SMITHSONIAN
LIBRARIES

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES

F25
Birds

DES DIVERSES MODIFICATIONS

DANS

LES FORMES ET LA COLORATION DES PLUMES

PAR

VICTOR FATIO

PRÉFACE

L'étude des plumes sous leurs divers aspects, et dans leurs différentes phases, a déjà été l'objet de nombreux travaux scientifiques; mais la question, loin d'être épuisée, mérite encore toute l'attention, soit des zoologistes, des anatomistes et des physiologistes, soit aussi des physiciens et des chimistes.

Schlegel, en 1852, n'a fait que reprendre un sujet traité déjà bien auparavant dans divers pays par plusieurs auteurs; mais il a réveillé l'attention et suscité, en Allemagne surtout, de longues discussions et de nombreux mémoires.

Le développement des plumes, leurs mues, leurs rapports avec les poils, leurs différentes formes et couleurs, leurs modifications, chaque question a été à son tour étudiée; et cependant le peu de données satisfaisantes obtenues jusqu'ici, et la contradiction presque continuelle des divers auteurs m'engagent encore à reprendre le sujet. Mais l'étendue

et l'importance de la matière me forcent à me restreindre sur un point seulement.

Je chercherai à étudier surtout dans ce travail les diverses variations de formes et de couleurs que subissent les plumes sous l'influence de différentes conditions. Mon but principal sera toujours de chercher à expliquer les phénomènes nombreux que présentent les plumes, et de découvrir, si possible, les moyens qu'emploie la nature pour arriver à ces buts variés.

Une bibliographie complète de tous les ouvrages écrits sur le sujet serait ici tout à fait inutile ; je me bornerai donc à citer chemin faisant quelques-uns des mémoires qui m'ont semblé contenir le plus d'idées nouvelles.

Je m'efforcerai de concilier tant de faits cités et tant d'observations en apparence contradictoires. Ce n'est plus une théorie que je veux proposer, c'est le résultat d'une longue série de recherches et d'expériences répétées.

CHAPITRE Ier.

De la structure des plumes.

Je me vois forcé d'aborder en commençant quelques points qui ne semblent pas devoir rentrer directement dans mon sujet, mais sur lesquels je dois cependant donner quelques éclaircissements, pour faciliter plus tard l'intelligence de la question.

Les écailles des reptiles ou des poissons et les poils des mammifères sont avantageusement remplacés par les plumes chez les oiseaux; car, développant beaucoup la surface sans augmenter sensiblement le poids du corps, elles présentent bien des qualités singulièrement favorables au vol. Ce développement particulier des téguments, à la fois si important et si nécessaire dans la vie de l'oiseau, peut devenir l'occasion de bien des recherches intéressantes lorsqu'on l'étudie dans son accroissement, sa disposition et les diverses variations qu'il montre à différentes époques et sur différents individus.

Engel[1] et Nitsch[2] nous ont montré tous deux, chacun à son point de vue, l'importance des plumes, soit dans l'embriogénie, soit dans la classification. Le premier a étudié chez un fœtus encore très-peu développé l'apparition et l'arrangement à des places déterminées des dépôts pigmentaires qui doivent donner naissance à ces organes. Le second a observé la disposition toujours semblable des plumes chez les individus adultes d'une même espèce, ainsi que les rapports de ces dispositions dans les genres et les familles.

Je cherche maintenant, à la suite de beaucoup d'autres, à expliquer la série des phénomènes naturels que présentent ces organes si intéressants dans la classe, sans contredit, la plus séduisante de nos vertébrés;

[1] Engel, Joseph. Ueber Stellung und Entwickelung der Feder. In Wiener Sitzungsber. *Math. Nat. Cl.* Band 22, 1857 (1856), p. 376-393.

[2] System der Pterylographie von Christian Ludwig Nitsch. Halle, 1840.

et si je suis contraint à entrer, pour plus de clarté, dans quelques détails sur la croissance de parties qui ne doivent m'occuper qu'après leur crue complète, je ne prétends pourtant pas poursuivre bien loin une étude sur laquelle je n'ai pas spécialement ici poussé mes investigations.

Avant de revêtir leurs plumes réelles la plupart des oiseaux se couvrent d'un duvet plus ou moins persistant. Première livrée de l'enfance, cette couverture soyeuse est d'autant plus développée que le petit qui la porte doit être plus longtemps et plus complétement protégé par elle contre les intempéries de l'air.

Ainsi chez plusieurs ordres, comme les Rapaces, les Gallinacés, les Échassiers et les Palmipèdes qui construisent des nids bien imparfaits, nous rencontrons de jeunes oiseaux couverts d'un duvet chaud et épais; tandis que chez les Passereaux, qui bâtissent d'ordinaire mieux leurs demeures, nous trouvons des petits presque nus, mais protégés, par contre, par une couche en général bien close et bien moelleuse.

Quel que soit le degré d'importance de ce duvet, nous le voyons se développer toujours d'une manière semblable, quoiqu'en présentant parfois de légères différences dans sa forme.

Dans l'épaisseur de la peau, sur un bulbe naissant, et à la place de la plume future, le duvet croît et se développe d'une manière analogue à celle que nous étudierons plus loin pour la plume. Il chemine petit à petit, en grandissant au travers des couches cutanées, pour percer enfin à la surface sous la forme d'une touffe d'apparence pileuse, composée ordinairement de 8 à 12 et quelquefois jusqu'à 24 filaments distincts.

Les filets si déliés et soyeux qui composent ce duvet ne possèdent pas toujours comme les barbes de la plume de tige ou axe central, et ressemblent par là même plutôt souvent à quelques-unes de ces barbes, qui seraient maintenues ensemble par l'extrémité d'une petite gaîne particulière.

Mais le duvet n'est pas seulement propre au jeune âge, car nous le retrouvons encore, soit sous les plumes de beaucoup d'oiseaux adultes sous l'apparence de bourre protectrice, soit garnissant sur les côtés le bas de

la tige de presque toutes les plumes, soit encore comme une touffe sans axe à la base et au milieu de la tige principale, soit enfin disposé sur une tige particulière, isolée, ou développée dans le tuyau unique de la plume principale, et doublant sur un espace plus ou moins long la face interne de cette dernière. Ce revêtement constitue alors des plumes doubles, comme nous en voyons chez beaucoup de nos Gallinacés et de nos Échassiers, ou même des plumes triples comme en présente le Casoar de l'Archipel Indien.

Il est certain que, quand j'ai dit que les duvets des différents oiseaux croissaient d'une manière semblable, je parlais seulement des duvets fixés directement dans la peau, qu'ils persistent ou qu'ils tombent; et que lorsque j'applique ici ce même nom à ces différents duvets que je signale à la base des plumes, je n'entends pas leur attribuer une origine identique, mais bien en faire souvent une partie constituante de la plume mère.

A ces différences d'origine et de position se joignent quelquefois aussi des différences parallèles de forme et de construction. Dans les duvets *pauciers*, *basilaires* ou *plumaires*[1] les barbes, plus ou moins longues, varient généralement peu quant à la forme; mais il existe par contre une grande diversité dans les barbules, suivant les différents groupes d'oiseaux ou les différentes situations de ces duvets.

Ainsi les barbules duveteuses les plus simples, disposées plus ou moins régulièrement par paires sur leurs barbes, ne consistent guère qu'en un fil plus ou moins long et aplati à sa base, se modifiant de plusieurs manières dans les différentes familles pour présenter bien des formes diverses.

Remarquons d'abord que, plus le premier duvet du jeune âge a d'importance, plus il ressemble déjà aux autres duvets qui le remplaceront chez l'individu adulte. C'est ainsi qu'il existe, par exemple, beaucoup plus de

[1] J'appelle ici *pauciers*, *basilaires* et *plumaires* les différents duvets, suivant qu'ils reposent directement sur la peau, ou qu'ils forment une touffe à la base de la plume mère, ou qu'ils garnissent enfin, soit le bas de la tige principale, soit les côtés des plumes duveteuses, simples, doubles ou triples.

divergence entre les duvets des jeunes et des adultes chez les Passereaux dont le duvet premier est si mesquin et si peu persistant, qu'entre les différents duvets des autres ordres.

Les principales dissemblances entre les duvets dépendent, en général, ou d'un développement différent des segments superposés qui constituent les barbules, ou des répartitions diverses de ces barbules elles-mêmes sur les barbes.

Dans le premier cas l'extrémité supérieure de chaque segment est plus ou moins développée suivant les ordres et même les espèces. Elle forme, tantôt seulement une légère ligne de démarcation ou des petits crochets comme dans la plupart des espèces chez lesquelles le duvet paucier a le plus d'importance, tantôt des renflements en général fortement pigmentés, affectant diverses formes et se retrouvant presque toujours dans le duvet plumaire des Passereaux, ainsi que dans les différents duvets de quelques Rapaces nocturnes et de quelques espèces d'autres ordres. (Voyez, planche I, quelques exemples de ces divers duvets dans les figures 1, 2, 3, 4 et 5, détaillées dans l'explication des planches.)

Dans le second cas, nous voyons les barbules, ou régulièrement réparties de chaque côté de la barbe, ou éparses et alternantes distribuées sans ordre aucun sur tout le pourtour de la barbe qui les supporte, ou encore contournées légèrement en spirale près de leur base, ou enfin se croisant quelquefois de manière que celle qui a pris naissance à gauche se rend à droite et vice versâ. (Voyez Pl. I, fig. 3, 4, 5.)

Mais il ne faudrait pas conclure du fait que l'on retrouve telle ou telle de ces dispositions plus spécialement dans tel ou tel ordre qu'elle lui soit exclusivement dévolue; car, par exemple, la forme légèrement en spirale que nous observons chez beaucoup de Palmipèdes se retrouve aussi dans quelques espèces des autres ordres, comme des Rapaces et même des Passereaux.

Le duvet, quel qu'il soit, est souvent coloré, quelquefois par diffusion irrégulière d'un pigment interne dans les barbes et les barbules, comme nous le verrons plus loin pour les plumes, d'autres fois par dépôts pig-

mentaires à des places déterminées et régulières dans les renflements dont nous venons de parler, présentant alors l'apparence des antennes de certains insectes.

Après un temps plus ou moins long, la plume qui a suivi les voies préparées par le duvet paucier chasse devant elle ce dernier et sa gaîne, et montre encore plus ou moins longtemps à son extrémité la touffe duveteuse qu'elle est venue remplacer. (Voyez Pl. I, fig. 1.)

Les grandes pennes, soit alaires, soit caudales, apparaissent en général les premières; et ce n'est que petit à petit que le corps entier arrive à se couvrir des plumes réelles qui vont constituer le premier plumage du jeune oiseau.

Toute plume comporte ordinairement :

1° Une *tige*, axe primaire ou central;

2° Des *barbes*, axes secondaires ou latéraux et rameaux de cette première;

3° Des *barbules*, axes tertiaires implantés dans ces dernières ou entre elles sur la tige;

4° Des *crochets*, appendices des barbules, axes quaternaires si l'on veut.

Chacune de ces parties, formée en général de segments mis bout à bout, est toujours composée comme suit : à l'extérieur, d'un *épiderme* à cellules plates et irrégulières; en dessous d'une couche plus ou moins épaisse de *substance corticale* formée de cellules allongées ou fibres minces; et au centre d'un *axe médullaire*, tantôt continu et tantôt segmenté, formé de cellules pigmentées régulières, polygonales ou arrondies.

Outre le duvet et les plumes, la plupart des oiseaux portent, vers les narines ou quelquefois aux pattes, des plumes dites piliformes qui rappellent, comme le nom l'indique, les poils de bien des animaux; qu'elles soient des tiges privées de leurs barbes ou rameaux, ou des tiges et des barbes dépourvues de leurs barbules.

Quelques-uns, comme le Jaseur *(Bombycilla Garrula)* présentent à l'extrémité de quelques rémiges des développements cornés et colorés

que nous montrerons plus tard n'être probablement que des barbes conglomérées ensemble. D'autres espèces présentent des épines ou défenses qui, composées également de la jonction de plusieurs plumes réunies par l'extravasion de la matière pigmentaire constituante, rappellent étonnamment la construction, aux dépens des poils, des cornes du Rhinocéros, par exemple.

Sans vouloir chercher maintenant à présenter les ressemblances et dissemblances qui se voient entre les plumes et les poils; je tiens pourtant à signaler ici qu'il existe certains rapports de forme entre le duvet des oiseaux et les poils de certains petits mammifères; aussi bien qu'entre les grands poils et la bourre de quelques autres mammifères et les tiges ou les barbes de beaucoup d'oiseaux.

Le prof. Kolenati [1], dans un mémoire sur les Chauves-souris d'Europe, décrit et représente les poils de bien des espèces, et attribue à des tours de spire certaines annelures que l'on ne peut observer qu'au microscope.

L'analogie frappante qui existe sur ce point entre le poil de nos Chéiroptères et le duvet plumaire de la plupart des Passereaux avait déjà été observée par Heusinger [2], qui fut, je crois, l'un des premiers à la signaler. Mais, tout en reconnaissant la justesse de cette comparaison, j'observerai cependant que je ne crois pas que l'on doive reconnaître des tours de spire partout où l'on découvre des renflements superposés; car j'ai trouvé bien rarement, soit dans les barbes, soit dans les barbules, une spire réelle ailleurs qu'à la base.

Holland [3], dans une thèse qu'il publia en 1864, pousse du reste encore plus loin cette comparaison intéressante et cite un grand nombre d'exemples qui m'écarteraient trop de mon sujet.

Nous avons vu comment la plume remplace le duvet, et signalé aussi en quelques mots les rapports qui existent entre ces deux parties; exa-

[1] Beiträge zur Naturgeschichte der Europäischen Chiroptern, von Prof. Dr Kolenati. *Allg. deutsche naturhistor. Zeitung*, 1857.

[2] Heusinger. *Froriep.* Not. IV, 7, p. 105.

[3] Dr Theod. Holland. Pterologische Untersuchungen. *Journal für Ornithologie*, vol. XII, Heft 3, 1864.

minons maintenant brièvement la croissance de la plume, pour autant que le nécessite la question qui doit nous occuper.

Mais, avant d'aller plus loin, faisons encore quelques remarques qui trouvent ici leur place.

Premièrement, il faut distinguer dans les crochets, les vrais axes quaternaires parties intégrantes de chaque segment constituant de la barbule, et des feuillets ou filets recourbés, simples écorcements de la matière corticale que nous expliquerons plus loin. Ces appendices très-variés de forme servent quelquefois, ainsi que les barbules elles-mêmes, à maintenir les différentes barbes rapprochées. Ils sont très-abondants et très-longs chez beaucoup d'oiseaux aquatiques, où ils peuvent servir peut-être à protéger le plumage contre l'eau en le maintenant plus serré, par le fait de leur disposition très-irrégulière et de l'enchevêtrement qui en résulte naturellement.

Secondement, la première plume du jeune oiseau n'est pas toujours construite exactement comme celle qui le suivra. Ses barbes sont plus déliées et plus distantes, et ses barbules possèdent souvent moins de crochets; elle devient par ce fait plus duveteuse et acquiert plus de souplesse ainsi qu'un aspect plus soyeux, je dirai même plus échevelé. Cette particularité n'est très-évidente que chez les oiseaux dont le duvet peu fourni est promptement sessile, par conséquent chez les Passereaux surtout.

Troisièmement, ce n'est pas le plus souvent à une asymétrie ou au manque de barbules ou de crochets sur un côté qu'il faut attribuer, comme on l'a fait quelquefois, la mollesse et la souplesse des plumes des oiseaux nocturnes; c'est bien plutôt à un grand nombre de plumes entièrement duveteuses, à une plus grande séparation des barbes et des barbules chez quelques autres plumes, et surtout enfin, à la forme curieuse des barbules internes supérieures sur les rémiges. Ces barbules sont, en effet, longues, effilées et un peu sinueuses comme dans quelques rémiges d'autres oiseaux; mais elles sont surtout couvertes d'une multitude de crochets latéraux longs, fins et régulièrement distribués, qui les rendent semblables à une barbe de duvet munie de ses barbules. (Voyez

Pl. I, fig. 6, la face supérieure d'une section de rémige du *Strix Aluco.*)

Beaucoup d'auteurs ont étudié le développement de la plume, et, depuis Cuvier, plusieurs ont publié des observations de tous genres, mais souvent contradictoires.

De même que les poils et la plupart des développements pauciers, les plumes prennent naissance, comme nous l'avons dit, dans le corium, pour sortir ensuite au-dessus de l'épiderme.

Sur un jeune oiseau, encore dans sa coquille, Engel nous a montré déjà les places déterminées où les plumes doivent apparaître, et, étudiant le développement de ces parties déjà distinctes par leur coloration, il nous a fait observer dans la peau des lignes sur lesquelles doivent se développer les gaînes des plumes à venir. Il nous désigne, ensuite, comme premier rudiment de la plume et de sa gaîne, des cellules mères qui s'isolent et se développent petit à petit sur ces lignes. La gaîne qui entoure de tous côtés la plume croît et s'allonge donc à mesure que l'organe qu'elle doit protéger augmente ses proportions; jusqu'au moment où, percée, comme nous le verrons, à sa partie supérieure par la plume assez forte déjà, elle cesse de croître et tombe en grande partie.

La cellule première se subdivise en beaucoup de plus petites dont quelques-unes s'accumulent en un bulbe basilaire, tandis que plusieurs se rangent sur la périphérie et d'autres sur le centre.

La gaîne qui enveloppe de toutes parts ces premiers matériaux présente cependant à sa base un orifice, appelé ordinairement *ombilic inférieur*, par lequel des vaisseaux sanguins apportent à toutes ces parties les différents éléments qui doivent servir à leur développement progressif.

La substance plastique pigmentée se forme peu à peu, et les cellules qu'elle engendre se disposent au fur et à mesure à leurs places respectives, allongeant graduellement ce premier rudiment qui, muni de son enveloppe, s'avance obliquement du derme sous l'épiderme.

Les cellules pigmentées constituantes, polygonales ou arrondies, et munies d'un noyau, s'arrangeant par séries, composent sur le pourtour

les barbes et les barbules, et au centre la tige isolée ou l'axe de la plume.

A mesure que les cellules qui doivent constituer la couche corticale se développent et se groupent, leur nucléus disparaît en partie et elles s'allongent pour prendre d'ordinaire une forme plutôt fibrillaire.

Mais ce n'est qu'après un développement assez avancé que toutes les parties, séparées d'abord, parviennent à s'unir et se rejoindre.

Le professeur Engel admet que, pour en arriver à ce point, la croissance se fait à la partie supérieure par dédoublement d'une cellule première, sans que rien soit changé dans les cellules qui composent la base du bulbe.

Le Dr Réclam[1] semble plutôt croire que, la croissance se faisant par le bas, les parties qui croissent poussent devant elles celles qui sont déjà plus développées. Le fait est que l'espèce de lymphe, ou la substance créatrice quelconque, arrivant par la base, baigne tout l'espace compris dans la gaîne, et que les parties les plus extrêmes qui doivent apparaître les premières soutirent plus abondamment les principes qui leur permettront de se former plus vite aux dépens des inférieures.

C'est ici que Fréd. Cuvier[2] admettait deux membranes striées pour servir, contre la paroi interne de la gaîne, comme d'enveloppes conductrices, ou de filtres pour les barbes et les barbules. Mais dans des études bien plus récentes, ni le Dr Réclam, ni le professeur Engel, ni le Dr Holland, ni bien d'autres avec moi n'ont pu retrouver jamais ces membranes supposées; et je m'explique bien plutôt ces apparences par les fines stries que le premier de ces anatomistes nous a montré imprimées par les barbes sur les parties, molles encore, qui les enveloppaient, et par la dessication et la déposition en petits feuillets de la matière plastique intérieure desséchée.

En un mot, nous observons dans la plume un mode de développe-

[1] Carolus Reclam. De plumarum pennarumque evolutione. Lipsiæ, 1846.

[2] Fréd. Cuvier. Observations sur la structure et le développement des plumes. *Mém. du Musée d'hist. natur.*, tome XIII.

ment et une structure qui présentent moins de différences que l'on aurait pu le croire de prime abord avec ce qui se voit dans la formation du poil.

Cependant la plume et sa gaîne fermée encore à son extrémité supérieure transpercent l'épiderme et s'avancent ensemble plus ou moins loin suivant les différents oiseaux et les différentes places du corps. L'importance de l'organe qui doit se développer et la solidité qu'il doit conserver plus tard nécessitent pour lui, soit une implantation plus profonde dans les téguments, soit une protection plus prolongée par l'allongement plus grand de la gaîne. Tandis que les plumes prennent naissance plus ou moins profondément dans l'intérieur de la peau, nous voyons les pennes et surtout les rémiges s'implanter jusque sur l'os, et, conservant bien plus longtemps leur enveloppe protectrice, se munir même à leur base de quelques petits muscles pauciers qui les étreignent de tous côtés.

Toutefois, l'extrémité de la plume croissante a pris assez de solidité pour percer maintenant le bout antérieur de sa gaîne, et c'est alors que nous voyons paraître au jour les barbes et les barbules extrêmes de la plume parfaite, enroulées d'abord sur leur axe, mais se développant bientôt en pinceau par le fait de leur élasticité et de leur desséchement. *Elles sont colorées comme doit l'être l'extrémité de la plume adulte et ont reçu déjà tout le pigment qu'elles doivent tirer jamais du corps.* A partir de ce moment, la croissance continue au fur et à mesure comme nous l'avons expliqué, et la plume s'allonge tandis que chacune de ses parties nouvelles reçoit avant de sortir de la gaîne tous les éléments colorants qu'elle doit montrer ensuite.

Plus tard les vaisseaux sanguins se sont oblitérés, la lymphe créatrice qui a subsisté encore quelques temps a disparu petit à petit, l'ombilic inférieur s'est couvert d'un opercule, la gaîne inutile est tombée par feuillets jusqu'au niveau de la peau, et nous voyons alors que la pulpe constituant l'âme de la plume s'est peu à peu desséchée, du sommet à la base, mais d'une manière plus ou moins complète suivant les différentes plumes.

La plume qui a fini son développement est tombée dans un état de mort apparente, et, quoique bien souvent elle ne reçoive plus rien directement du corps, nous verrons qu'elle n'en est pourtant pas complétement indépendante.

CHAPITRE II

Des mues réelles ou par renouvellement.

Après avoir traité très-succinctement ce qui a rapport à la croissance du duvet et de la plume, ainsi qu'au remplacement de l'un par l'autre; examinons encore brièvement, dans ce second chapitre, tout ce qui concerne ce que nous appelons mue réelle, soit chute et crue nouvelle de plumes entières. Et, puisque notre but est de nous occuper spécialement des changements qui s'opèrent dans une même plume, parcourons rapidement les changements, bien plus simples et bien plus faciles à comprendre, qu'amène un renouvellement total ou partiel du plumage d'un oiseau.

Chacun a remarqué qu'une espèce, qu'un seul oiseau même, se présente sous divers aspects suivant son âge, son sexe, la saison et même les localités. Beaucoup de ces diverses livrées, et souvent les plus frappantes, sont dues à une mue véritable et soumise à différentes influences soit internes, soit externes.

Le petit oiseau, quel qu'il soit, qui perd son duvet et prend son premier plumage, reçoit dans ses premières plumes une dose d'un certain pigment qui ne pourra lui fournir jamais que certaines livrées propres au jeune âge; mais, à une première mue plus ou moins proche suivant les familles, ce jeune oiseau va recevoir, à l'intérieur de nouvelles plumes, une autre dose d'un nouveau pigment qui, différemment élaboré, lui permettra d'atteindre une livrée nouvelle.

C'est ainsi qu'un mâle et une femelle recevront à la fois une pigmentation intérieure différente ou qui, si elle est semblable d'abord, produira

plus tard, comme nous le verrons, des apparences différentes par le fait de doses et de propriétés diverses. Le Dr Holland[1] croit que les femelles présentent une coloration moins brillante, parce que leurs organes de génération enlèvent trop de principes au sang; et il cite que de vieilles femelles qui ne pondent plus arrivent à prendre bientôt un plumage analogue à celui des mâles.

C'est par le même procédé d'un apport pigmentaire toujours nouveau dans une nouvelle plume que l'oiseau obtiendra, plus ou moins vite, sa livrée d'adulte; mais, arrivé enfin à un âge avancé, il ne recevra plus à chaque mue qu'une même dose d'un même pigment pour présenter toujours une coloration semblable.

Cependant ces mues, plus ou moins rapprochées suivant les espèces, sont totales ou partielles, et le renouvellement des plumes suit alors une marche tantôt régulière et tantôt irrégulière, mais très-variable toujours, même dans une espèce unique. Dans une famille, dans un seul genre même, certaines espèces ont une mue simple pendant que d'autres ont une mue double.

La mue de la fin de l'été ou d'automne est la vraie mue, la mue générale et la plus entière; tandis que celle du printemps, d'ordinaire seulement partielle, est plus ou moins complète suivant que telle coloration nouvelle ne peut pas se déduire dans certaines plumes par modification ou développement de l'ancienne. Ainsi, beaucoup d'espèces de divers ordres ne possèdent qu'une mue simple ou d'automne; pendant que d'autres de différentes familles présentent en sus une mue de printemps dite double, plus ou moins complète. Le Tichodrome, par exemple, parmi les Passereaux, ne change guère de plumes au printemps qu'à la gorge, tandis que le Lagopède, parmi les Gallinacés, change au contraire une bonne partie des plumes de tout son corps.

Enfin, beaucoup d'oiseaux prennent encore, le plus souvent à la tête ou au cou, des plumes nouvelles et extraordinaires qui, purement destinées à orner leur plumage de noces, croissent au printemps sous l'in-

[1] Zur Entwickelungsgeschichte der Federn, von Dr Holland. *Journal für Ornithologie*, vol. VIII, 1860.

fluence d'une inflammation locale des téguments, surexcitée, suivant Severtzof[1], par l'azote contenu dans l'air.

De nombreuses observations exactes et comparées pourront seules établir ici une distinction réelle entre ces différentes mues. Un changement de plumes se faisant rarement d'une manière bien régulière, on trouve très-souvent des états intermédiaires qui embrouillent la détermination de l'étendue de la mue et de son époque, ainsi que des mues que j'appellerai éparses, c'est-à-dire un renouvellement de plumes à des places irrégulières et à des époques indéterminées, que ce soit un fait naturel ou un fait accidentel. Nous en savons cependant assez pour pouvoir tirer facilement de ces quelques observations des conclusions probables, soit sur les causes de ces renouvellements, soit sur leur but et la détermination de leurs époques.

Lorsqu'une plume, soumise pendant un temps plus ou moins long à différentes influences externes, a éprouvé les diverses modifications qu'elle était destinée à subir, les efforts qu'elle a faits pour la manifestation de quelques phénomènes que nous étudierons plus loin, la laissent dans un état de détérioration progressive. Cette détérioration, jointe au fait que le peu qu'elle obtenait encore du corps se reporte alors sur une création nouvelle, la plonge dans un état de mort de plus en plus réelle. Elle doit tomber, inutile dès lors, et chassée d'ordinaire par celle qui, venant la remplacer, pousse sur la même base et suit le même chemin.

Une curieuse exception qui prouve bien que la nouvelle plume qui croît s'aide à chasser l'ancienne qui meurt, est un fait singulier qu'a observé et que m'a cité M. G. Lunel; on lui a apporté, en effet, il y a quelques années, un Chardonneret *(F. Carduelis)* qui, mort en cage, présentait pour ainsi dire des ailes doubles, soit deux rangées de rémiges à chaque membre. Evidemment, il s'était passé un fait analogue à ce

[1] Mikroskopische Untersuchungen über die Verfärbung der Federn zum Hochzeitskleide bei einigen Vögeln, nebst Betrachtungen über das Verhältniss derselben zur Mauser, von N. Severtzof. *Bulletin de la Société royale de Saint-Pétersbourg*, mai 1863.

qu'on voit quelquefois pour les dents, l'organe inférieur croissant avait dévié de sa route pour venir se placer à côté de l'ancien qui, n'étant pas chassé, pouvait subsister encore quelque temps.

La nouvelle plume offre des conditions de coloration et de protection que la précédente n'était plus capable de fournir.

En automne, une plume neuve, plus longue par le fait qu'elle n'est pas encore usée, protége mieux l'oiseau contre les froids qui s'annoncent; et, au printemps, en cas de mue partielle ou double, de nouvelles plumes plus brillantes sont destinées à composer sa livrée de noces. L'oiseau, comme toute la nature, se pare pour la saison des amours, et, ne pouvant pas toujours reteindre et rafraîchir ses vieux habits, il les change contre des habits nouveaux, se couvrant même souvent, comme nous l'avons dit, de gracieux ornements, tels qu'en portent les Chevaliers Combattants, par exemple.

Le but même de ces divers revêtements nouveaux semble en fixer les époques naturelles; mais il ne faudrait cependant pas croire que des lois immuables et sans exception régissent, ni l'époque de l'apparition d'une plume nouvelle, ni la qualité du nouveau pigment qui doit y être introduit, ni même l'allongement que cette plume pourra prendre; car une foule de conditions variables, internes ou externes, peuvent modifier ces différentes lois. C'est ainsi que j'ai vu dernièrement un *Turdus Viscivorus* chez lequel quelques plumes caudales mesuraient jusqu'à un pouce de plus que leurs dimensions ordinaires.

C'est également à cause de cette variabilité de conditions que nous voyons une plume arrachée accidentellement, remplacée très-vite par une nouvelle dont l'apparence varie suivant l'état de l'oiseau. Quelquefois, recevant dans son intérieur une bonne partie du pigment qui ne devait lui être dévolu qu'à la mue prochaine, cette plume nouvelle offrira une coloration plus âgée que la précédente. D'autres fois, n'obtenant du corps que fort peu de substance colorante, cette plume se montrera presque blanche. D'autre fois encore, recevant, sous l'influence d'une nourriture anormale, une pigmentation qui lui est étrangère, elle pré-

sentera une couleur anormale aussi; ainsi que l'on peut le remarquer, par exemple, sur le vertex du *Fringilla linaria* qui devient en captivité, après la mue, presque toujours jaune au lieu de rouge; et comme j'ai pu le voir sur un *Pyrrhula vulgaris* que je conservais en cage pour mes observations, et chez lequel des plumes que j'avais arrachées à la poitrine ont été bientôt remplacées par d'autres qui, au lieu d'être entièrement rouges, montraient une large frange externe d'un noir profond. L'on pourrait même, en arrachant les plumes pour multiplier les mues par renouvellement en même temps que l'on ferait varier les conditions externes et la nourriture, obtenir assez vite des variétés à peu près parallèles à celles que produisent plus lentement une végétation et un climat différents. Cependant cette expérience ne peut durer longtemps sur un même individu, car une plume trop souvent arrachée à des époques trop rapprochées finit par ne plus repousser que blanche ou d'une teinte uniforme, soit à cause d'un épuisement du sang, soit surtout à cause de lésions dans les téguments produites par des arrachements trop précipités.

CHAPITRE III

Coloration et mue ruptile.

Abordons maintenant plus directement la question et arrivons au but principal de notre travail, les changements si discutés de coloration sans mue réelle chez un oiseau, ou les variations de coloration dans une même plume.

Nous avons vu que, lorsque la plume a atteint sa taille naturelle et que sa gaîne externe l'a abandonnée, la moelle intérieure s'est desséchée déjà et qu'un opercule est venu fermer l'ombilic inférieur. Ce desséchement et cette clôture sont d'autant plus complets que la plume est plus longue; mais, en tous cas, il n'y a plus aucun apport de sang à quelque époque que ce soit. Les recherches que j'ai pu faire moi-même à ce sujet sur

beaucoup d'oiseaux, ainsi que les observations signalées par plusieurs auteurs, comme celles de L. Martin[1] sur l'*Anas nigra*, démontrent bien évidemment que l'on ne retrouve jamais dans la peau à la base d'une plume desséchée, après son cru entier, ni l'espèce d'inflammation locale, ni la turgescence sanguine que l'on remarque toujours à la base d'une plume qui croît encore.

Ainsi Schlegel[2] n'émettait qu'une pure hypothèse quand, reprenant l'un des premiers la question que nous voulons traiter, il expliquait les changements si curieux de coloration à l'approche des nichées par une nouvelle vie dans la plume et un nouvel apport de sang et de pigment dans son intérieur. Toute la série de nos recherches prouve le contraire, et concorde complétement, sous ce point de vue, avec l'opinion de plusieurs observateurs que nous aurons l'occasion de citer plus loin, et qui, reprenant à leur tour le sujet, ont tous renversé de prime abord la théorie de ce premier auteur.

La plume une fois desséchée ne reçoit plus ni sang ni pigment du corps, pas plus qu'elle ne croît encore par sa base.

De petites diversités dans la structure de la plume, ainsi que de petites différences dans la quantité et la disposition du pigment préexistant jointes à un léger apport de graisse du corps, quelquefois par l'intérieur, le plus souvent par l'extérieur, doivent seules, sous l'influence de diverses conditions externes, donner lieu aux nombreux phénomènes que nous allons étudier.

Outre les variations de couleur produites par les mues, des changements de coloration s'opèrent, comme nous l'avons dit, dans les plumes de beaucoup d'oiseaux; s'effectuant quelquefois graduellement à partir déjà de l'automne, et se déclarant d'autres fois beaucoup plus rapidement, seulement à l'approche du printemps. La coloration lentement croissante des *Sturnus* et de quelques *Fringilles* nous fournit un exemple du

[1] Zur Verfärbung des Gefieders, namentlich von Anas nigra, von Leop. Martin. *Journal für Ornithologie*, vol. I, 1853.

[2] Sendschreiben an die am 6 Julius 1852 zu Altenburg versammelten Naturforscher, von Hermann Schlegel. *Naumannia*, vol. II, liv. 2, 1852.

premier de ces cas, et nous voyons un exemple du second dans l'apparition, souvent si prompte, d'une nouvelle coloration pour quelques parties du plumage de certains oiseaux, comme dans la calotte du *Larus ridibundus.*

Tandis que beaucoup de plumes sont renouvelées au printemps à la tête de ce Larus, plusieurs passent, en effet, très-vite du blanc au brun, en peu de jours même, comme Yarell[1] affirme l'avoir observé. Cependant ce sont les mêmes agents modificateurs qui produisent ces effets plus ou moins prompts suivant qu'ils sont employés en quantités plus ou moins fortes.

Deux phénomènes principaux se passent dans la coloration. *Le pigment intérieur se dissout et se répand, pendant que les parties extrêmes de chaque plume, tombant et laissant apparaître la nouvelle coloration qui s'est faite en dessous et près d'elles, montrent tout à coup une livrée nouvelle, pour ainsi dire latente auparavant.*

Mais il faut pour cela que la plume crue en automne possède déjà alors tous les principes colorants qu'elle doit manifester plus tard; et c'est justement ce qui a lieu, car nous retrouvons toujours dans une plume qui doit changer des dépôts pigmentaires disposés ou dans les barbes ou dans les barbules.

Tantôt les plumes ne possèdent leur couleur d'automne qu'à leurs extrémités qui doivent tomber, et montrent déjà plus bas une autre teinte qui par diffusion doit amener à la livrée de noces; et tantôt, d'une teinte uniforme, soit blanches, par exemple, et devant devenir brunes ou noires, elles déguisent cependant sous une épaisseur de substance corticale le pigment foncé qui doit se répandre et les colorer au printemps.

M. Scherer[2] a analysé le tissu de la plume, et l'a trouvé composé de même dans la tige et dans les barbes, soit de :

[1] Observations on the laws which appear to influence the assumption and changes of Plumage in Birds, by William Yarrell, Esq. F. L. S. Z. S. *Transact. of the Zoolog. Society of London,* vol. I, 1835.

[2] Scherer. Traité de chimie générale de Pelouze et Fremy.

	Barbe.	*Tuyau.*
Carbone	52,470	52,427
Hydrogène	7,110	7,213
Azote	17,682	17,893
Oxygène . . . . } Soufre . . . . . }	22,738	22,467

Le baron de Müller[1], considérant le carbone comme le principal élément colorant des plumes, s'explique le fait de la coloration en général plus claire chez les oiseaux des pays froids, par la raison que l'animal emploie, en vivant dans une température basse, plus de carbone pour le maintien de sa chaleur intérieure, et qu'ainsi il en reste, pour ainsi dire, moins d'applicable à la coloration. Nous verrons dans la suite ce qu'il peut y avoir de vrai dans cette explication.

Les pigments des plumes ont été isolés et étudiés par A. Bogdanow[2], qui les a classés différemment suivant leurs couleurs, et divisés en deux suivant qu'ils sont solubles dans l'alcool et l'éther ou dans l'ammoniaque et la potasse.

Ce n'est pas cependant par l'étude seule de ces différents principes séparés de la plume elle-même que nous pourrons fournir ici la solution de la question, ni expliquer d'une manière naturelle l'apparition de diverses colorations que l'œil nu est incapable de faire seulement pressentir.

Il m'a fallu, en effet, une longue série d'observations attentives, faites au miscroscope avec d'assez forts grossissements, pour parvenir à distinguer toujours ce que j'appellerai *la couleur latente dans les plumes en voie de coloration*, et *la couleur apparente dans les plumes colorées.* La première consistant en granules pigmentaires non dissouts, isolés ou groupés, mais confinés ordinairement dans les centres des différentes parties de la plume jusqu'à ce qu'ils servent à une nouvelle coloration; et la seconde consistant, par contre, en une coloration répandue dans la

[1] Des changements qui s'opèrent dans la coloration des oiseaux, par le baron J. W. de Muller. *Revue et Magasin de zoologie*, 2me série, vol. VII, 1855.

[2] Étude sur les causes de la coloration des oiseaux, par A. Bogdanow. *Revue zoologique*, vol. X, 1858.

substance corticale de ces mêmes parties, et provenant, ou d'une solution antérieure d'autres granules pigmentaires, ou de la solution subséquente de ces dépôts que nous avons dits latents. (Voyez Pl. I, fig. 7 *c* et 8 *b*, et Pl. II, fig. 1 *d* et *e*, et encore Pl. III, fig. 13 *e* et *f*.)

Une nouvelle couleur, ou bien ne tranchera pas avec l'ancienne et sera seulement un dérivé de celle-ci par une plus grande solution interne, ou bien tranchera complétement, et il y aura alors, comme nous le verrons plus loin, extravasion de l'ancienne couleur et solution de la seconde.

Ces faits premiers constatés, voyons maintenant quels sont les agents modificateurs dont nous avons parlé plus haut.

Les principales conditions extérieures qui peuvent influer sur l'oiseau et ses plumes semblent être, avant tout, *la lumière, la température* et *l'humidité de l'air ambiant.*

Sous l'influence d'une lumière plus intense et d'une température plus élevée, les oiseaux qui habitent les pays méridionaux montrent, le plus souvent, des couleurs plus vives, et muent même plus vite que ceux qui habitent le nord, comme le signalent quelques auteurs. Sans aller si loin, la même chose ne se présente-t-elle pas dans notre pays, et ne voyons-nous pas souvent en Suisse les espèces qui habitent nos Alpes, et sont par conséquent soumises à une température plus basse, soit nicher, muer ou se colorer plus tard que celles qui restent dans nos vallées basses, soit présenter aussi d'ordinaire des colorations moins brillantes.

Du reste, chacun est à même de remarquer qu'un oiseau gardé en captivité et soustrait en partie aux influences normales extérieures n'atteint jamais aussi complétement à la perfection de son plumage qu'un individu libre. Nous verrons plus loin la nécessité de l'humidité avec la manière dont influent la lumière et la chaleur.

Mais je ne veux pas restreindre les influences aux agents externes, et je reconnais volontiers, avec Martin et plusieurs autres auteurs, que l'approche de l'époque des amours, la nourriture et l'état sanitaire de l'oiseau sont aussi des conditions à prendre en sérieuse considération. Ces

secondes conditions internes venant à varier, l'influence des premières externes ne produira plus les mêmes résultats. Il est bien probable qu'il se produit dans le corps de l'oiseau qui va entrer en rut, peut-être sous l'influence d'une nourriture qu'il prend alors plus abondamment, une surexcitation de certaines fonctions vitales qui, en même temps qu'elle peut élever légèrement la température interne, peut aussi augmenter l'abondance de certaines sécrétions dont nous montrerons bientôt l'utilité.

En outre, il est évident que la qualité des aliments et la quantité d'exercice que peuvent prendre les oiseaux, en influant sur leur état sanitaire, peuvent faire varier encore, soit la nature et la dose du pigment qu'ils reçoivent s'il y a double mue, soit la température interne et les sécrétions nécessaires s'il n'y a que coloration.

Ainsi, plus un oiseau captif sera mis dans des conditions d'atmosphère, de mouvement et de nutrition semblables à celles qu'il aurait en liberté, plus il prendra aussi un plumage parfait, parce que son sang, en bon état à la mue d'automne, pourra fournir à ses plumes un pigment semblable à celui que lui fournirait son corps à l'état libre, et que les conditions d'atmosphère et de mouvement permettront mieux, et la solution de son pigment inhérent, et certains développements que nous allons étudier dans quelques parties.

Je prends maintenant un oiseau quelconque dont la coloration change sans mue, et je suis avec attention les modifications successives qui s'opèrent dans ses plumes; seulement, la grande variété de construction des différentes plumes chez les différents oiseaux me force à rester encore dans les généralités, car, si je choisissais déjà une espèce particulière pour exemple, je ne pourrais réellement pas déduire de l'une à toutes, comme le fera facilement comprendre l'étude du chapitre suivant.

Voici donc deux plumes de la même partie d'un même oiseau, l'une, d'automne, uniforme ou bigarrée, pourvue de teintes sombres ou claires, mais comparativement faibles et peu éclatantes; l'autre, du printemps, munie de couleurs beaucoup plus accentuées et brillantes.

Je place la plume d'automne sous le microscope, et l'étudiant avec des grossissements variés suivant les circonstances de 80 à 300 environ, je remarque dans ses tissus deux états dont j'ai parlé plus haut, une coloration plus ou moins forte, transparente et répandue, et un dépôt interne plus ou moins considérable de granules pigmentaires non dissouts.

J'examine ensuite la plume du printemps, et j'y vois, non-seulement une coloration beaucoup plus intense et répandue ; mais encore des dépôts internes diminués de beaucoup, disparus même complétement dans certaines parties extrêmes, comme dans quelques barbes ou quelques barbules.

Le pigment a été dissout dans l'axe et répandu en abondance dans la substance corticale environnante; quelques parties ont pris même un grand développement dans leurs proportions.

Comment cela s'est-il passé? — Nous avons dit qu'il est impossible d'admettre, comme Schlegel, une vie nouvelle et un apport coloré nouveau dans la plume, pas plus que le rétablissement d'une circulation sanguine interne, ou même la résurrection dans les parties qui se colorent de vaisseaux sanguins à demi morts, ainsi que le suppose Gloger [1]. Le microscope, en effet, ne permet jamais d'y voir autre chose que le tissu constituant plus ou moins désséché.

Nous ne pouvons pas davantage accepter l'hypothèse de Weinland [2] qui, sans vie nouvelle, fait arriver du corps dans la plume, au moment de la coloration, une graisse colorée, capable de teindre la plume en s'y répandant, ou de la décolorer sous certaines influences en se retirant sous la peau.

Nous ne devons pas non plus, ce me semble, faire avec Severtzof [3] la supposition bien vague qu'un principe étranger extérieur, l'ozon, par exemple, pénètre la plume et dissolve en elle le pigment pour lui per-

[1] Andeutung für die Physiologen in Betreff der Verfärbung des Gefieders. Dr Gloger. *Journal für Ornithologie*, vol. I, 1853, p. 212.

[2] Zur Verfärbung der Vogelfeder ohne Mauserung, von Dr D. F. Weinland. *Journal für Ornithologie*, vol. IV, 1856.

[3] Severtzof. *Bulletin de la Société royale de Saint-Pétersbourg*, mai 1863.

mettre de pénétrer par endosmose toutes les différentes parties à colorer.

Cependant il y a plus ou moins de vrai dans ces deux dernières théories. Weinland suppose avec raison l'apport d'une graisse nouvelle et nécessaire à la coloration; mais il a tort de faire de cet élément nouveau un principe coloré, car alors comment la coloration commence-t-elle presque toujours près de l'extrémité d'une plume plutôt qu'à sa base; et il a tort aussi de supposer que cette même graisse puisse rentrer tout à coup dans le corps, pour expliquer certains cas, comme celui de l'Etourneau privé qu'il cité être devenu instantanément blanc après avoir échappé aux griffes d'un chat[1].

Severtzof a grandement raison de considérer la couleur comme préexistante, et de chercher à s'expliquer la coloration par des phénomènes d'un ordre purement physique; mais il aurait mieux fait, peut-être, de ne pas proposer comme agent extérieur l'ozon qu'il ne peut pas même prouver capable de dissoudre son pigment.

J'ai pour ma part cherché à reproduire toujours artificiellement les différents effets que j'attribuais, hypothétiquement d'abord, à telle ou telle cause; et je n'ai admis jamais, comme agent influent, tel principe ou telle condition, sans avoir auparavant obtenu par son moyen un résultat analogue à celui que je pouvais observer dans la nature. De plus, je me suis toujours servi du microscope pour étudier et comparer les effets produits par mes expériences.

Ainsi, remarquant d'abord que chez beaucoup de plumes les barbes ou les barbules étaient plus dilatées ou plus épaisses dans certaines parties au printemps qu'en automne, et supposant que cette différence d'état pouvait provenir de l'influence de l'humidité prolongée sur la substance corticale, j'ai soumis diverses plumes à une humidité plus ou moins

[1] J'ai de la peine à croire cet exemple très-authentique, car j'ai vu, non pas un, mais beaucoup d'oiseaux supporter les transes les plus terribles sans changer le moins du monde de couleur. Cependant, comme je sais très-bien que ces cas d'albinismes si prompts s'observent quelquefois chez l'homme après quelques heures d'angoisses, je ne veux pas nier ce fait que je pourrai peut-être expliquer plus ou moins, sans vouloir établir sur ce point une comparaison exacte entre les plumes et les poils.

grande, et j'ai obtenu des résultats qui, s'ils n'étaient pas toujours aussi frappants que dans la nature, me faisaient cependant découvrir l'explication d'une série de faits qui trouveront petit à petit leur place.

Des plumes de l'Etourneau *(Sturnus Vulgaris)* et de la Linotte *(Fringilla Cannabina)* que je soumis à l'influence de l'humidité, disposées les unes sous l'eau, et les autres à ras sa surface, montrèrent bien vite un développement très-sensible de leur substance corticale, chez l'Etourneau surtout dans les barbules, chez la Linotte surtout dans les barbes. Au bout de vingt jours le pigment n'avait pas été dissout, ou du moins imperceptiblement. (Voyez Pl. I, fig. 7 et 8, les apparences d'une même barbule de l'Etourneau en automne, dans son état naturel, et après l'expérience du gonflement.)

L'influence de l'humidité trop prolongée, ou appliquée à trop fortes doses, nuit à la plume en dépouillant successivement ses différents axes de leurs enveloppes par trop dilatées; nous verrons dans quels cas cette détérioration est naturelle.

Après cela, cherchant quel pouvait être l'effet de la température interne ou externe, j'ai chauffé légèrement différentes plumes sur des plaques de verre, et reconnu petit à petit, soit l'influence de la chaleur sur le pigment évidemment gras, soit aussi la nature des principes dissolvants de cette matière colorante.

Je mouillai préalablement les plumes avec un peu d'eau, afin qu'elles adhérassent partout à la lamelle, puis chauffant graduellement, je remarquai, d'abord une très-légère extension de la coloration dans les tissus, puis, l'humidité s'étant évaporée, un dessin parfait des barbes et des barbules admirablement reproduites sur le verre par un dépôt graisseux. Mais, ne sachant si ce dépôt devait être attribué à la graisse externe que l'oiseau met souvent sur ses plumes avec son bec, je lavai soigneusement de nouvelles plumes avec de l'alcool et je recommençai un nouveau chauffage qui, produisant encore un dessin graisseux, me prouvait bien qu'outre le pigment coloré, encore dans la plume refroidie, la plupart des tissus contenaient aussi un peu de graisse incolore et latente.

Admettant la nature grasse des pigments, et sachant bien qu'une graisse dissout en général une autre graisse, je ne serais pourtant pas arrivé à l'idée que j'avais ici le vrai principe dissolvant, si je n'avais pas fait auparavant l'expérience du développement par l'humidité. Je me serais sans doute demandé pourquoi ces deux graisses, l'une colorée et l'autre incolore, ne se dissolvaient et ne se confondaient pas de suite sous l'influence unique de la température ; mais je comprenais maintenant que la substance corticale était plus ou moins poreuse et que l'humidité, en distendant les tissus, établissait probablement des points de contact plus directs, soit par amincissement, soit par rupture de cloisons séparatrices.

En effet, la coloration se manifeste toujours en premier lieu dans les parties qui, les plus extrêmes, sont par conséquent les plus exposées à l'humidité et à la lumière, et cela d'autant plus vite que les bouts desséchés de la plume supérieure qui les protégeaient encore ont davantage disparu.

Cependant l'expérience me prouvait que la graisse préexistante interne ne pouvait pas suffire, et il me fallait trouver un apport, interne ou externe, de graisse nouvelle, qui, lentement ou promptement, pût pénétrer les tissus par l'intérieur ou l'extérieur.

Si je n'avais pu voir, comme le baron de Müller, la partie basilaire d'une plume se colorant, ramollie et remplie de liquide ; j'avais du moins pu remarquer, comme Severtzof, que la tige, et surtout le tuyau inférieur d'une plume en voie de coloration, étaient souvent moins transparents que ceux d'une plume incapable de changement.

Je cherchai donc si, sans vie nouvelle et sans rétablissement de communications sanguines, il n'y avait pas un apport quelconque de graisse du corps, non plus, comme le supposait Weinland, de graisse colorée apportant la coloration, mais de graisse incolore venant seulement dissoudre le pigment interne.

Je me mis à étudier et comparer sous le microscope les tuyaux basilaires de différentes plumes en voie de coloration, et j'y remarquai tou-

jours beaucoup de cellules graisseuses incolores, soit dans le tissu même de ce tuyau, soit dans son intérieur et plus loin jusque dans la substance corticale des parties de la tige les plus voisines, soit encore à l'extérieur autour de la tige et de ses premières barbes, près de l'endroit où beaucoup de plumes présentent un étranglement bien accentué.

Cependant je ne pouvais reconnaître encore les voies que cette graisse devait suivre, et j'essayai de la dissoudre sous le champ même du microscope. Après avoir introduit une goutte d'éther sous l'objectif et entre les deux lamelles qui renfermaient ma plume, je vis, en effet, tout s'éclaircir bien vite par une beaucoup plus grande transparence des tissus. Je vis comme un canal circulaire extérieur s'ouvrant à la base de la tige et pouvant conduire probablement de la graisse entre les restes sous pauciers de la gaîne et la paroi externe du tuyau; et j'observai, au dedans, des communications directes possibles entre le vide du tuyau et la large couche de substance corticale de la tige qui m'apparaissait alors comme une voie béante à la porosité. (Voyez Pl. I, fig. 9.)

Je parle ici des petites plumes dans lesquelles le désséchement interne moins complet doit permettre plus facilement cette circulation graisseuse interne que chez les grandes plumes où la substance corticale devient avec le temps beaucoup plus opaque et cornée.

Mais toutefois, ne comprenant pas encore très-bien comment cette graisse pouvait cheminer au travers d'un tuyau en apparence fermé par plusieurs opercules consécutifs, je cherchai à m'expliquer le fait par la petite expérience suivante.

Je fis tremper, seulement par l'extrémité de leur tuyau basilaire, deux petites plumes dans une solution de carmin; l'une de ces plumes était intacte, mais j'avais dégarni la tige de la seconde de ses barbes sur la moitié de sa longueur.

Après 24 heures je vis que le carmin avait monté, soit à l'extérieur entre la gaîne et le tuyau, soit à l'intérieur au travers de l'âme desséchée et de ses disques superposés jusque dans la substance corticale. Chez la première plume intacte la coloration rose avait monté comparativement

peu haut dans la tige, parce qu'elle s'était répandue en suivant la substance corticale jusque dans les premières barbes et jusque dans la base de quelques barbules inférieures; mais, dans la seconde, elle s'était élevée environ trois fois plus haut dans la tige et jusqu'aux barbes, parce que, dépourvue en partie de ces dernières, elle n'avait pas divisé et distribué en route le liquide ascendant.

Que ce phénomène se passe par porosité ou capillarité, ou par endosmoses successives, il est bien permis de supposer, qu'avec un apport continu, la graisse poussée toujours en avant, ou bien parvienne quelquefois dans l'intérieur jusqu'aux extrémités des petites plumes, ou bien, sortant à l'extérieur, puisse s'étendre aussi partout en cheminant de proche en proche depuis la peau jusqu'aux dernières barbules.

Cependant rien ne prouvant encore que la graisse pût suffire à dissoudre le pigment interne, je commençai de nouvelles recherches.

Je me procurai une Linotte *(Fringilla Cannabina)* dont les plumes de la poitrine présentassent déjà un peu la coloration rose du printemps, et, après avoir délicatement enduit les barbes d'une de ses plumes avec un peu de la graisse liquide que contenait la glande sébacée de son croupion, je vis très-vite apparaître une coloration plus intense qui augmentait encore avec un très-léger chauffage. Cette coloration n'était point fugitive comme celle que produit la graisse sur un corps coloré quelconque, ou que produit même l'eau sur une plume quelle qu'elle soit; elle resta fixe, intense et brillante après plusieurs lavages à alcool et un desséchement complet.

Je refis la même expérience sous le microscope avec l'une des plumes vertes du croupion du Pinson *(Fringilla Cœlebs)*, et je vis encore la coloration se répandre et augmenter très-rapidement sous mes yeux.

Puis, opérant simplement avec de la fine huile d'olive sur différentes plumes de plusieurs oiseaux, je vis toujours, en chauffant très-légèrement, la coloration augmenter d'autant mieux et plus vite qu'elle était auparavant à l'état latent, ou encore en granules. Je ne parvins cependant jamais à la perfection de la nature, car je n'agissais que durant une ou deux mi-

nutes, au lieu d'agir pendant des mois ou des semaines[1], et je n'employais pas toujours un dissolvant naturel propre à l'espèce.

L'enduit graisseux, quand il est externe, ralentit, mais n'empêche pas l'effet de l'humidité, par le fait qu'il ne recouvre pas toutes les parties à la fois et que, très-vite absorbé ou enlevé par frottement, il permet souvent le contact de l'humidité. Je n'ai jamais dégagé de leur graisse externe les plumes que j'ai fait gonfler artificiellement par l'humidité; l'oiseau lui-même n'est-il pas, du reste, obligé de reporter très-souvent de la graisse à ses plumes avec son bec pour éviter les effets délétères de l'humidité prolongée.

Toutes les fois que je laissais un peu dans l'huile, ou que je chauffais légèrement une plume graissée quelconque, j'obtenais, après une augmentation de la coloration, une décoloration plus ou moins complète que j'expliquerai plus loin.

J'ai cherché à éclaircir jusqu'ici les divers phénomènes exclusivement pour les petites plumes; mais comment la graisse pourrait-elle pénétrer partout dans les pennes ou les rémiges.

Je citerai ici seulement deux faits bien connus qui me semblent suffire à répondre d'une manière satisfaisante à cette question :

D'abord, il s'opère toujours beaucoup moins de changements dans les rémiges et les pennes caudales que dans les autres plumes du corps; ensuite, l'oiseau qui fait sa toilette, et semble peigner chacune de ses plumes, manque rarement, quand il en arrive aux grandes plumes, de passer successivement dans son bec, et sur toute leur longueur, chacune de ses rémiges et chacune de ses pennes, prenant régulièrement auparavant sur son croupion de la graisse qu'il leur met.

Si un changement de coloration ne commence pas pour une rémige régulièrement vers son extrémité, comme c'est l'ordinaire pour les pe-

[1] J'observai aussi que l'huile, et surtout la graisse de l'oiseau, dilatait quelquefois un peu la matière poreuse de la substance corticale ; mais cet effet si faible ne peut faire attribuer le rôle de développement à la graisse dissolvante, car elle produit ordinairement, comme nous le verrons, sur son passage des effets tout opposés.

tites plumes, c'est qu'elle est exposée à l'air sur un beaucoup plus grand espace que ces dernières.

Et, si la coloration semble quelquefois ne pas marcher très-régulièrement, chez une petite plume, de la périphérie au centre, c'est que, pour une raison accidentelle, telle partie, ou bien aura été plus exposée à l'humidité et à la lumière, ou bien aura été plus vite pénétrée par la graisse.

La glande graisseuse des oiseaux se montrant d'ordinaire plus développée à l'approche des amours, et souvent plus grosse aussi sur un individu libre que sur un captif[1], ne pouvons-nous pas penser que l'oiseau qui fait sa toilette ne se borne pas seulement à arranger des plumes en désordre, mais les enduit aussi d'un principe qui doit, non-seulement les préserver d'une influence trop forte de l'humidité, mais encore en rehausser le coloris et leur conserver une souplesse nécessaire.

Cette glande huileuse est, en général, plus développée chez les oiseaux aquatiques, et, en protégeant leurs plumes du contact direct de l'eau, elle ne fait que remplir pour eux, à un degré plus élevé, l'un des mêmes buts qu'elle présente chez tous les autres oiseaux.

La graisse externe est absorbée par les barbules et les barbes, et, pénétrant par endosmose ou capillarité dans les tissus plus ou moins poreux, elle va remplir les espaces qui n'en contenaient pas encore; rencontrant des voies facilitées par le gonflement de l'humidité, elle dissout petit à petit le pigment gras inhérent.

Nous verrons plus loin qu'il y a même souvent comme un échange de graisse entre l'extérieur et l'intérieur de la plume.

Plus un oiseau est gras et bien portant, plus il est aussi d'ordinaire brillamment coloré; chez les Flammants (*Phenicopterus Roseus)*, par exemple, la couleur rose est d'autant plus intense que l'individu est plus gras.

Un grand froid arrête souvent la mue, et ralentit aussi beaucoup le développement de la coloration. C'est en ce sens que le baron de

[1] Sauf dans certains cas morbides où la dite glande, ou bien se dessèche par oblitération, ou bien se tuméfie au contraire par inflammation.

Müller avait raison quand, en parlant simplement de carbone au lieu de graisse, il signalait qu'un oiseau, employant par le froid davantage de carbone pour sa respiration, il en pouvait livrer moins à sa coloration.

Ainsi donc, sous l'influence, d'abord d'une humidité tour à tour absorbée et évaporée, comme agent développant préparateur, puis de la graisse du corps comme dissolvant, puis enfin de la température et de la lumière comme agents facilitant les actions chimiques, la plume se colore, change ou augmente sa coloration.

Toutes les plumes portent à leur extrémité externe des parties qui, diversement colorées, constituent quelquefois à elles seules l'apparence du plumage d'automne. Ces barbes et barbules extrêmes ont poussé telles quelles à la dernière mue avec un développement et un état de solution ou de coloration déjà presque complets, elles tomberont pour faire place à la coloration nouvelle.

Elles tombent, parce que, soumises dès leur naissance à l'influence directe de l'humidité qui devient délétère à la longue, elles se délitent et se déforment. Les barbes perdent leurs barbules, toutes deux perdent leur épiderme et abandonnent leur substance corticale qui se fend en formant des crochets latéraux.

Chaque plume se frotte contre ses voisines supérieures et inférieures, et, dans chaque mouvement de l'oiseau, ces parties extrêmes affaiblies déjà, non-seulement supportent un plus grand frottement par le fait que, plus loin de la base, elles décrivent un plus grand arc de cercle; mais encore s'accrochent plus facilement partout, par le fait de la formation continuelle de crochets nouveaux vers les extrémités, tandis que les parties plus basses perdent au contraire les unes leurs crochets et les autres leurs barbules. (Voyez Pl. II, fig. 1, 2 et 3, les extrémités sessiles délitées de deux plumes, et les parties fraîches en voie de développement qui leur font suite.)

Une plume ainsi maltraitée change naturellement d'autant plus sa forme que ce genre de mue par cassure, que l'on appelle ruptile, est plus

étendu. La plume devient toujours plus courte, quoiqu'elle paraisse quelquefois plus longue, comme à la poitrine de l'Étourneau, par exemple, à cause de son amincissement et de celui de ses voisines qui la dégagent et la rendent visible sur un plus grand espace. (Voyez Pl. II, fig. 6 et 7, une plume pectorale de l'Étourneau avant et après la mue ruptile.)

Je m'occuperai dans le chapitre suivant de savoir si les extrémités s'affranchissent au point de cassure, ou s'il y a peut-être, comme le voudrait Martin, une crue, pour ainsi dire, de rafraîchissement.

L'on pourrait parfaitement supposer que, s'il ne se faisait un renouvellement continuel du plumage par des mues nombreuses, toutes les plumes disparaîtraient petit à petit par le fait de mues ruptiles consécutives des parties successivement exposées à l'air.

C'est toujours au point de contact de ces parties qui doivent tomber avec celles qui doivent subsister encore que la coloration nouvelle se montre premièrement; ainsi donc, toujours à la périphérie de la plume renouvelée, et non pas au bout de l'ancienne, puisque ce sont ces parties qui formeront l'extrémité nouvelle, et sont par conséquent les plus exposées aux agents modificateurs externes. (Voyez Pl. II, fig. 1 et 3.) Homeyer [1] avait dit que la coloration apparaissait vers le centre pour se répandre ensuite partout; mais il ne semblait pas s'expliquer mieux la chose que tant d'autres qui, comme Gaetke [2], avaient signalé déjà cette première apparition à l'extrémité de la plume.

On voit sur beaucoup de plumes, même unicolores, une ligne suivant laquelle les bouts tomberont, tracée par la différence de constitution des barbes et des barbules; celles-ci étant séparées, concassées, usées, en un mot, vers la périphérie, tandis qu'elles sont intactes, serrées et plus régulièrement garnies vers le centre. (Voyez Pl. II, fig. 3.)

De là, la coloration marche contre le centre et vers la base, se mani-

[1] Beitrag zur Mauser einiger Wasservögel, von Eugen F. von Homeyer. *Journal für Ornithologie*, vol. XII, Heft 2, 1864.

[2] Einige Beobachtungen über Farbenwechsel durch Umfärbung ohne Mauser, von H. Gaetke. *Journal für Ornithologie*, vol. II, 1854.

festant surtout jusqu'au point où la plume se trouve assez protégée par ce qu'il reste de la supérieure modifiée pour que les influences externes ne puissent plus agir assez sur elles.

Pour la barbule, la coloration se fait un peu partout à la fois, ou de la base au sommet, quand il y a un courant capillaire possible; elle doit se faire rarement dans le sens contraire, car on voit très-souvent des barbules dissoutes et colorées à leur base, mais incolores à leur sommet, tandis que l'on ne trouve presque jamais l'inverse.

Pour la barbe, la coloration nouvelle est souvent localisée dans certaines parties où elle se fait presque partout à la fois; mais il n'y a que rarement en elle un courant coloré prolongé, par le fait que, bien plus longue que la barbule, elle ne peut plus être toujours soumise sur toutes ses parties aux mêmes influences externes.

C'est même cette différence de condition pour les différentes parties des barbes et de la tige à cause de leur longueur qui, jointe au fait que le pigment est prédisposé à la place qu'il doit colorer, explique pour nous comment les couleurs ne se mélangent pas dans les plumes bigarrées pendant l'acte de coloration.

Il se fait peu de changement dans la tige, quoiqu'on y puisse remarquer quelquefois une légère coloration par solution locale.

Il n'y a, en général, de courant ascendant possible que près des extrémités plus exposées, ainsi que l'attestent les paquets pigmentés extravasés que l'on voit souvent au bout des barbes et des barbules qui ont été rompues et où la solution a été activement poussée à l'approche du printemps. (Voyez Pl. III, fig. 1 *e*.)

C'est donc comme par zigzags que la coloration procède du sommet à la base, cheminant dans chaque partie du bas en haut, mais reculant cependant, puisqu'elle s'empare d'abord des barbules, puis des barbes extrêmes, pour ne se déclarer qu'ensuite dans les parties plus basses encore.

Nous reviendrons plus en détail dans le chapitre suivant sur cette marche de la coloration et son degré d'importance comparée dans les diverses parties suivant les différentes plumes.

Pendant la mue ruptile, et tandis que la coloration par solution interne se fait de la périphérie au centre, l'on peut remarquer aussi une sorte de décoloration des parties basses de la plume. Ce phénomène est surtout évident chez les espèces qui possèdent un duvet plumaire à renflements colorés, comme les Passereaux.

Mais ce n'est ici qu'un fait purement mécanique. En effet, les barbules duveteuses annelées et colorées tombent petit à petit sous l'influence du desséchement et du frottement, et, ne laissant plus sur les barbes que leurs segments basilaires, elles donnent ainsi une apparence beaucoup plus claire aux parties qu'elles coloraient. Ce n'est donc pas du tout, comme on pourrait le croire d'abord, une décoloration produite par un courant ascendant du pigment vers les extrémités, mais, un simple fait de mue ruptile produit aussi sur ces parties duveteuses par leurs renflements faisant l'office de crochets. Nous verrons plus loin d'autres modes de décolorations plus générales. (Voyez Pl. II, les fig. 6 et 7 comparées.)

CHAPITRE IV

Développements parallèles des plumes et des couleurs.

Je viens d'expliquer les changements de coloration en général; mais toutes les plumes ne présentent pas, ni les mêmes couleurs, ni les mêmes reflets; et, si je n'ai pas voulu choisir dans le chapitre précédent une espèce unique comme type et point de départ de mon étude, c'est qu'à ces différences de coloration se joignent aussi, dans les différentes plumes qui en sont affectées, des divers modes de développement et des moyens variés de coloration.

Je dois donc essayer d'expliquer maintenant par des diversités de structure les variétés de coloration dans des plumes différentes. Mais je serai malheureusement obligé de revenir souvent sur le détail de quelques parties déjà mentionnées, pour faire saisir plus facilement certains rapports et certaines divergences.

Beaucoup d'auteurs ont négligé de comparer les causes aux effets dans l'étude des principaux phénomènes qui se passent dans une plume; ils ont voulu trouver l'explication de ces phénomènes dans l'observation unique des faits, ou dans la simple comparaison de plumes diversement colorées.

Gætke, Homeyer[1], Weinland, Severtzof, Holland et bien d'autres, ont tous reconnu dans les plumes un parallélisme entre certaines formes et certaines couleurs.

Le Dr Altum [2] a pu distinguer des différences de structure, les yeux fermés, au simple contact des doigts; mais il n'a pu s'en rendre un compte exact, ne les ayant pas étudiées au microscope.

Bogdanow est allé plus loin encore, il a établi le premier une distinction bien tranchée entre les plumes qu'il nomme optiques et celles qu'il qualifie d'ordinaires.

Mais personne, semble-t-il, n'avait cherché jusqu'ici à étudier les développements comparés des structures et des colorations différentes.

Meves[3], qui seul a représenté dans des planches quelques-unes de ces diverses structures, n'a pas même supposé un accroissement de ces formes variées, et semble comprendre toujours une autre plume pour une autre forme.

Chacun citait des faits, mais personne n'en recherchait les causes. J'ai donc à trouver maintenant l'explication des phénomènes les plus variés.

Je conserve dans mon étude les distinctions premières établies par Bogdanow, en joignant toutefois, à ces plumes *ordinaires*, des plumes que j'appellerai *mixtes*, et à ces plumes *optiques*, des plumes que je nommerai *émaillées*.

Un mot cependant sur les principaux caractères qui ont fait établir la distinction entre les plumes ordinaires et les plumes optiques; je par-

[1] Ueber den Federwechsel der Vögel, von E. F. von Homeyer. *Naumannia*, vol. III, 1853.

[2] Ueber den Bau der Federn als Grund ihrer Färbung, von Vicar B. Altum. *Journal für Ornithologie*, vol. II, 1854.

[3] Ueber die Farbenveränderung der Vögel durch und ohne Mauser, von W. Meves *Journal für Ornithologie*, vol. III, 1855.

lerai plus tard des mixtes et des émaillées formant avec les précédentes deux groupes assez distincts.

Les premières ont été appelées *ordinaires,* parce que, quoique très-brillantes quelquefois, elles ne présentent jamais de reflets métalliques, et montrent régulièrement par transparence à leur intérieur un pigment toujours semblable à la couleur qu'elles affectent à la lumière incidente.

Les secondes ont été nommées *optiques,* parce qu'elles présentent toujours des reflets et montrent toujours par transparence dans leur intérieur un pigment foncé différent de la couleur qu'elles affectent; parce que la lumière joue, par conséquent, chez elles un rôle des plus complexes.

J'étudie donc les couleurs, non plus à une époque quelconque, mais en suivant et comparant, au contraire, le développement de la coloration dans chaque plume, du plumage moins brillant d'automne à la livrée plus éclatante du printemps ou de noces; et je commence cette étude par la comparaison des deux groupes principaux.

Je dois donc prendre, comme point de départ de ces recherches nouvelles, deux oiseaux qui puissent me fournir, à la même place de leur corps, l'un des plumes *ordinaires* et l'autre des plumes *optiques.* Je choisis pour cela encore la Linotte *(Fringilla Cannabia)* et l'Étourneau *(Sturnus Vulgaris),* parce que, assez abondants chez nous à différentes époques, je puis me les procurer, facilement et en grand nombre, dans divers états.

Déjà à leur première apparition hors de leurs gaînes, j'observe des différences essentielles entre les plumes ordinaires et les plumes optiques qui croissent à la mue d'automne sur la poitrine de mes deux oiseaux. Je retrouve, il est vrai, déjà chez toutes deux les parties extrêmes qui doivent tomber, qu'elles soient grisâtres ou brunâtres comme chez la Linotte, ou blanches ou jaunâtres comme chez l'Étourneau; mais je remarque surtout des barbules fines et peu colorées, presque incolores même, chez la première, tandis que je trouve, au contraire, chez le second, des barbules extrêmes déjà assez larges, bien colorées, et munies même de quelques reflets métalliques.

Ces plumes en finissant de croître, aussi bien qu'après leur crue complète, accuseront toujours plus ces mêmes dissemblances, soit une infériorité de développement et de coloration dans la barbule de la plume ordinaire comparée à celle de la plume optique.

Si, au printemps, je regarde de nouveau les mêmes plumes de mes deux oiseaux, je suis frappé de suite par une série de différences qui se multiplient de plus en plus entre les plumes ordinaires et les plumes optiques, à mesure que j'entre plus à fond dans le détail intime de leur développement, de leur structure et de leur coloration.

Et d'abord, à l'œil nu seulement, je remarque déjà que la plume de la Linotte s'est raccourcie en perdant ses extrémités brunes, et qu'elle est devenue rouge par une solution plus complète de son principe colorant interne; tandis que la plume de l'Étourneau, qui a perdu aussi son bout blanc et les extrémités de ses barbes latérales supérieures, a pris à son tour une apparence plus effilée ainsi que des reflets beaucoup plus brillants et plus étendus.

Muni du microscope, je vais plus loin, et j'observe que, dans la plume ordinaire, la barbule, loin de se développer, est au contraire tombée sur bien des points, tandis que la barbe, ou axe secondaire, s'est par contre considérablement élargie et colorée, surtout dans ses parties extrêmes. Pour la plume optique de l'Étourneau, c'est la barbe qui a peu changé, pendant que les barbules, ou axes tertiaires, se sont, au contraire, beaucoup développées, soit en dimension, soit en coloration.

Je dois dire, en passant, que je porterai ici plus particulièrement mon attention sur les parties voisines de la périphérie des plumes nouvelles, parce qu'elles supportent toujours de bien plus grands changements que les parties basses, évidemment plus protégées contre les influences agissantes.

Poursuivant maintenant plus loin encore cette comparaison intéressante, nous trouvons dans l'étude approfondie de la structure des différentes parties l'explication naturelle de leurs divers développements et de leurs colorations variées.

Les barbes, rameaux de la tige unique, sont, en général, formées de segments superposés plus ou moins persistants, comme nous le verrons plus loin; et les barbules, construites sur un plan semblable, sont implantées sur elles par leur segment basilaire.

Cette base de la barbule est plus ou moins large et forte suivant les époques et la nature des plumes; mais il semble exister toujours moins de communications internes, soit de mélanges de coloration possibles, entre les deux axes dans les plumes optiques, qu'entre ces deux mêmes parties dans les plumes mixtes ordinaires.

Toutes les barbules sont donc, comme les barbes, composées de segments, plus ou moins grands, mis bout à bout et enveloppés d'un épiderme général; mais, comme leur segmentation a beaucoup plus d'importance que celle des barbes, voyons encore les principales différences qui peuvent exister entre elles, malgré cette unité de structure:

1° Les lignes de démarcation entre les segments des barbules optiques sont beaucoup plus accentuées que celles qui existent entre les segments des barbules ordinaires; ou, plus explicitement, les cloisons séparatrices de ces différentes parties sont plus fortes chez les premières que chez les secondes. (Voyez Pl. II, fig. 1 et 9, des barbules ordinaires de la Linotte et une barbule optique de l'Étourneau.)

2° Les dépôts granuleux pigmentaires, disposés d'ordinaire surtout dans le noyau central des segments, sont toujours beaucoup plus abondants et plus régulièrement répartis dans les premières que dans les secondes. (Voyez Pl. I, fig. 8, et Pl. II, fig. 1 et 4.)

3° On distingue autour de ces noyaux foncés une couche de fibres parallèles et longitudinales beaucoup plus épaisse dans la barbule optique que dans la barbule ordinaire. (Voyez Pl. I, fig. 8, et Pl. II, fig. 1 et 9.)

4° Les crochets latéraux des barbules optiques sont, en général, plus développés en automne qu'au printemps, et leur emploi est, comme nous le verrons, tout différent de celui des barbules ordinaires.

Ces principaux points observés, signalons ce qui se passe dans les deux plumes ainsi construites au moment du développement de la coloration.

L'humidité développe chaque partie d'autant plus qu'elle possède davantage de substance corticale. Dans la plume optique, la barbule seule augmente son diamètre, et, chaque segment se gonflant comme en un petit cylindre plus ou moins régulier, nous voyons quelquefois les crochets latéraux, noyés dans la masse distendue, disparaître plus ou moins complétement. (Voyez Pl. I, fig. 7 et 8, et Pl. II, fig. 9.)

Dans la plume ordinaire, c'est par contre la barbe qui possédait le plus de substance corticale, et c'est elle aussi qui s'est le plus développée; possédant toutes les qualités de la barbule optique, elle s'est gonflée et colorée, noyant quelquefois aussi dans sa matière, mais expulsant le plus souvent, ses barbules inutiles. (Voyez Pl. II, fig. 1 et 2, deux barbes de plumes ordinaires pectorales de la Linotte; l'une d'automne, l'autre de printemps.)

La barbe ordinaire s'est bien dilatée comme la barbule optique; mais, au lieu d'accroître comme elle les proportions de sa segmentation et de ses cloisons séparatrices, elle a, au contraire, perdu dans son développement ce premier caractère que nous verrons attaché à la persistance des barbules, dans les plumes mixtes.

La barbe ordinaire n'est plus qu'une masse simplement fibreuse.

C'est au moment de cette dilatation extrême de la substance corticale, que la matière pigmentaire, souvent extravasée, vient réunir et souder quelquefois ensemble les barbes les plus voisines, pour former certaines masses, d'apparence cornée, dont nous avons parlé plus haut à propos du Jaseur. J'ai vu plusieurs cas de ces soudures accidentelles dans les plumes rouges frontales du Chardonneret. (Voyez Pl. II, fig. 8.)

Cependant, cette énorme dilatation de la barbe ne se présente que chez les plumes ordinaires qui doivent acquérir un certain éclat et un certain brillant, et il en existe bien d'autres qui présentent un développement moyen; ce sont celles que nous avons appelées *mixtes*.

Les *plumes mixtes* comportent toutes celles qui souffrent peu de changements dans leurs formes. Elles constituent une grande partie du plumage de nos différents ordres d'oiseaux; elles n'ont jamais de reflets mé-

talliques, sont souvent sombres, et, quoique munies quelquefois d'un certain éclat, elles présentent rarement ce brillant spécial aux plumes ordinaires proprement dites.

Chez cette seconde espèce de plumes qui sont évidemment ordinaires, puisqu'elles contiennent des pigments diversement colorés; nous allons voir un développement assez différent.

Chez les plumes mixtes les barbules sont persistantes et en communication assez directe avec la barbe qui les porte. Les barbules se dilatent et se colorent aux dépens de la barbe, sans jamais atteindre cependant au développement énorme des barbules optiques, et sans présenter jamais, ni des formes aussi régulières, ni une segmentation aussi prononcée que ces dernières.

Au centre des barbes se montre, comme je l'ai dit, une superposition de segments aplatis et à noyaux colorés diminuant un peu à mesure que la coloration augmente. (Voyez Pl. II, fig. 4, une barbe de plume mixte du croupion du Pinson *(Fringilla Cœlebs)*.

La matière colorante s'accumule dans certaines plumes mixtes à l'extrémité des barbules, et celles-ci se rompent alors souvent à cet endroit, pour prendre un peu l'apparence tronquée des cylindres optiques, et quelquefois, en même temps, un peu plus de brillant. (Voyez Pl. II, fig. 4, cette accumulation particulière.)

Nous trouvons un exemple frappant de ce dernier cas dans les plumes rouges du *Ramphocelus Coccineus*, et un autre moins brillant dans les plumes vertes du croupion du *Fringilla Cœlebs*.

J'ai appelé mixtes ces dernières plumes, parce qu'elles tiennent d'un côté aux plumes optiques par leur mode de développement, et de l'autre aux plumes ordinaires par leur mode de coloration.

Nous venons de voir comment les trois premières espèces de plumes se développent et se colorent, nous n'avons plus à examiner que les plumes émaillées; mais, comme elles se développent d'une manière un peu différente des précédentes, je dois aborder encore ici un nouveau détail des changements de coloration dans les plumes que nous avons vues jusqu'ici.

Les plumes qui doivent leur coloration uniquement à la lumière, soit les plumes optiques et les émaillées qui en dépendent, ne changent pas, comme nous l'avons dit, leur pigmentation interne, et n'acquièrent leur coloris que par des changements de forme. Cependant il n'en est pas ainsi, ni pour les plumes ordinaires proprement dites, ni pour les plumes mixtes.

Celles-ci, en effet, peuvent modifier leur coloration des deux manières suivantes : ou bien par une augmentation dans l'intensité d'une même teinte, ou bien par le remplacement d'une ancienne couleur par une nouvelle.

Dans le premier cas il ne se produit qu'une solution plus complète du pigment interne; et, dans le second, c'est, au contraire, une extravasion de l'ancienne matière colorante qui disparaît en poussière extérieure, en même temps qu'il se fait une solution nouvelle d'une autre couleur inhérente et latente dans les barbes. Dans ce dernier cas, une solution complète est un peu plus difficile à obtenir par l'extérieur; et je pense que, puisque dans les oiseaux qui changent entièrement de couleur les grandes pennes et rémiges se modifient beaucoup moins que les petites plumes, il est probable qu'une graisse particulière du corps arrivant par l'intérieur est probablement nécessaire à une solution complète du pigment nouveau que l'on voit déjà déposé dans l'intérieur de la plume.

J'aurai l'occasion d'expliquer plus loin dans le chapitre V cette extravasion à propos de quelques oiseaux aquatiques.

Les plumes que j'ai nommées *émaillées* comportent toutes les plumes bleues sans reflets métalliques et quelques plumes vertes des plus brillantes, également sans reflets métalliques. Bogdanow, n'ayant jamais pu en extraire qu'un pigment constamment brun, les avait rangées déjà dans ses plumes optiques; mais le développement tout à fait particulier que le microscope m'a montré chez elles me force maintenant à les séparer de ces premières.

Au lieu de s'être allongées en fibres, et de perdre leur noyau pour

former une substance corticale analogue à celle des plumes que nous avons étudiées jusqu'ici, les cellules premières plastiques se sont modifiées ici sur un plan nouveau.

Les plumes émaillées montrent toujours dans l'intérieur de leur barbe, à leur naissance comme après leur crue complète, de grandes cellules polygonales à noyau coloré. (Voyez Pl. III, fig. 6 *a*.)

En dessous de l'épiderme incolore extérieur, et à la face dorsale ou supérieure de la barbe, le microscope montre toujours une couche de cellules allongées et verticales dont l'épaisseur diminue de plus en plus en avançant vers la face inférieure. (Voyez Pl. III, fig. 6 *c* et *b*, et fig. 7.)

Au centre, c'est, comme je l'ai dit, une agrégation de cellules à noyaux fortement pigmentés.

La couche de cellules verticales est jaunâtre ou verdâtre claire, pour les plumes bleues; mais elle est plutôt rosâtre ou légèrement rougeâtre pour les plumes vertes; comme on le voit dans celles du ventre du Tangara à plastron, ou sur quelques-unes du Martin-pêcheur. L'axe central est noirâtre, brun ou verdâtre foncé. (Voyez Pl. III, fig. 4, une partie d'une barbe de l'*Irena puella*, vue de profil.) Les barbes émaillées sont souvent aplaties et comme déprimées.

Les petites barbules que portent des barbes ainsi constituées sont incolores ou noirâtres. Elles sont le plus souvent sessiles, ou absorbées dans la face inférieure de la barbe. Mais elles persistent aussi quelquefois quand la teinte bleue n'est pas très-brillante, et l'on a alors, pour ainsi dire, une plume mixte émaillée, comme aux pennes caudales, par exemple, du *Parus Cœruleus*.

Ces axes tertiaires sont ordinairement implantés dans la partie inférieure ou ventrale de la barbe émaillée. (Voyez Pl. III, fig. 4 et 7.)

La couche de cellules verticales sous-épidermiques constitue ce que j'ai appelé l'émail, et elle est nécessaire, comme nous le montrerons plus loin, à l'apparence de la couleur bleue à la lumière incidente.

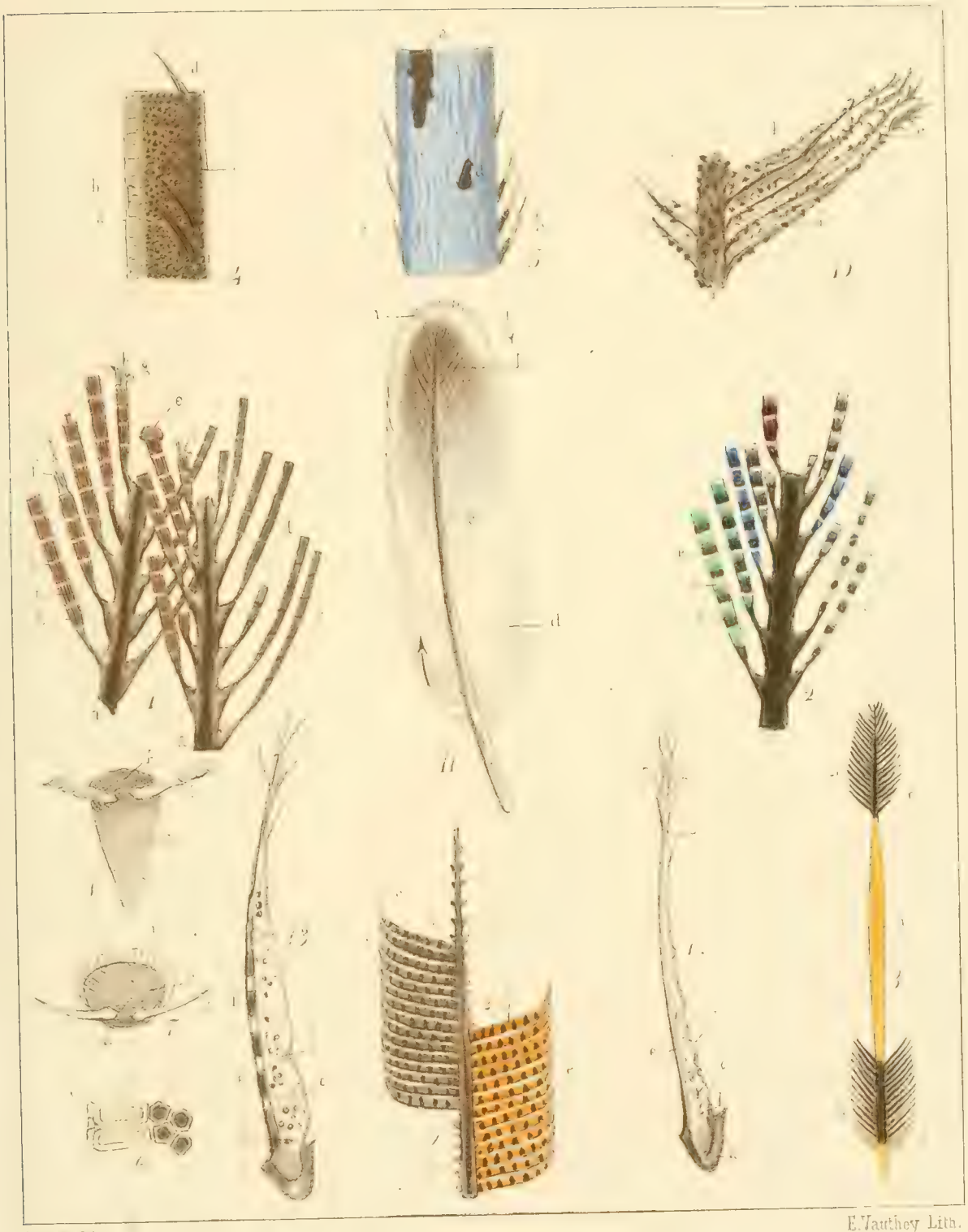
L'émail transparent est diversement coloré et d'une épaisseur variable; sa teinte donne l'apparence verte ou bleue, et son épaisseur plus ou

V. Fatro. del. E Vanthey Lith.

COLORATION DES PLUMES.

V. Fatio. del. E. Vauthey. Lith

COLORATION DES PLUMES.



V. Faré del. E. Vauthey Lith.

COLORATION DES PLUMES.

moins forte fournit une fixité plus ou moins grande de la teinte apparente qui souvent change, avec la position de la lumière, du plus beau bleu au plus beau vert et quelquefois presque à une espèce de jaune tendre. Une couche très-épaisse donne à la plume l'apparence d'un coloris opaque.

Ce vernis cellulaire présente enfin à sa face extérieure comme des ondulations sinueuses et longitudinales. (Voyez Pl. III, fig. 5, une barbe émaillée vue par-dessus et à la lumière incidente.)

Quand, au printemps, la coloration augmente, la barbe se développe un peu et beaucoup de barbules disparaissent, en même temps que le pigment foncé intérieur se dissout de plus en plus, en passant par différentes teintes transitoires. L'émail seul semble peu attaquable par la substance dissolvante de l'axe.

Nous pouvons faire ici, entre les plumes émaillées et les plumes optiques, un rapprochement parallèle à celui que nous avons fait entre les plumes mixtes et les ordinaires. Les plumes émaillées tiennent, en effet, aux optiques par leur mode de pigmentation et aux ordinaires par leur mode de développement.

Les dilatations comparées des deux axes dans les deux groupes principaux des plumes nous permettent d'établir ici les lois suivantes :

1° DE DEUX AXES SUCCESSIFS L'UN SE DÉVELOPPE TOUJOURS AU DÉPENS DE L'AUTRE;

2° POUR LES PLUMES ORDINAIRES PROPREMENT DITES L'AXE SECONDAIRE PRÉDOMINE SUR LE TERTIAIRE; C'EST DANS LA BARBE QUE SE PASSENT LES PRINCIPAUX CHANGEMENTS;

3° DANS LES PLUMES OPTIQUES PROPREMENT DITES, C'EST, PAR CONTRE, L'AXE TERTIAIRE QUI PRÉDOMINE SUR L'AXE SECONDAIRE; C'EST DANS LA BARBULE QUE S'OPÈRENT LES PRINCIPALES MODIFICATIONS.

A. CHEZ LES PLUMES MIXTES, LA BARBE SUBISSANT QUELQUES CHANGEMENTS, LA BARBULE QUI PERSISTE SE MODIFIE BEAUCOUP MOINS QUE DANS LES PLUMES OPTIQUES.

B. DANS LES PLUMES ÉMAILLÉES LA BARBE, QUOIQUE OPTIQUE AU POINT

DE VUE DE SA PIGMENTATION, SE GONFLE ET SE COLORE; LES BARBULES DOIVENT TOMBER.

La barbule cylindrique optique de l'Étourneau double et triple quelquefois son diamètre de l'automne au printemps; tandis que la barbe ordinaire, de la Linotte par exemple, double et triple quelquefois aussi ses dimensions premières dans le même espace de temps, affectant alors souvent des formes de massues plus ou moins allongées.

Je ne dois pas oublier d'expliquer pourquoi, dans la plupart des plumes, la face inférieure présente souvent une coloration moins éclatante que la supérieure; en voici quelques raisons :

1° Dans les plumes que j'appellerai serrées les barbules internes, ou qui regardent la tige, recouvrent toujours les externes; ces dernières, plus protégées contre les influences développantes extérieures, se gonflent et se colorent moins, et moins vite, que les externes supérieures. (Voyez Pl. II, fig. 5, et Pl. III, fig. 1.) Si bien que, dans certaines plumes optiques, de l'Étourneau par exemple, nous voyons les extrémités des faces inférieures prendre aussi quelques reflets quand, après un temps plus long, elles ont éprouvé à leur tour l'influence de l'humidité.

2° Une barbule couchée sur le flanc sous le microscope montre souvent, sur une bonne partie de sa face inférieure, comme une carène plus ou moins accentuée qui, moins colorée que le reste, rend la face inférieure moins brillante que la supérieure. Il semble que la lumière exerce une influence sur la coloration, soit qu'elle attire, pour ainsi dire, le pigment vers la face qui lui est exposée, soit qu'elle facilite plutôt sur cette face une plus complète solution du pigment intérieur. Les barbules mixtes présentent très-souvent, surtout vers leur côté dorsal, un canal intérieur plus coloré qui s'est produit au moment de la dilatation par la rupture des cloisons séparatrices presque nulles des segments superposés. (Voyez Pl. III, fig. 12 et 13.) Dans la barbule optique ces dernières cloisons résistent, et ce même courant est impossible. (Voyez Pl. II, fig. 9, 10 et 11.)

Dans les plumes ordinaires, où les barbes restent seules, la coloration

est d'ordinaire la même sur les deux faces avec une légère différence d'intensité seulement. Dans les plumes émaillées la barbe est plus protégée par le vernis extérieur; mais, malgré cela, il se fait cependant en dessous de lui un mouvement et une coloration analogues.

3° La position variable de la barbule sur la barbe semble enfin une dernière cause de ces différences de coloration. Dans beaucoup de plumes optiques, comme dans celles de l'œil du Paon, par exemple, les barbules qui jouent le premier rôle sont implantées vers la face dorsale de la barbe, et la face ventrale de celle-ci constitue une forte carène beaucoup moins colorée. Dans les plumes émaillées les barbules sont par contre, comme je l'ai dit, implantées tout à fait sur la face inférieure de la barbe, et cette dernière, qui joue à son tour le rôle le plus important, présente alors une plus grande surface à la lumière. (Voyez Pl. III, fig. 7 et 8, deux coupes verticales : l'une d'une barbe émaillée de l'Irena, l'autre d'une barbe optique de l'œil de Paon.

Nous n'avons cependant étudié jusqu'ici que les différents développements de la structure et de la coloration des plumes; il me reste maintenant à chercher, naturellement, l'explication des phénomènes optiques dans les parties des plumes qui se sont toujours modifiées en même temps que la coloration.

Tandis que les pigmentations différentes des plumes ordinaires et des plumes mixtes peuvent varier dans toutes les couleurs, sauf le bleu, la coloration, toujours brune, des plumes optiques et des émaillées ne peut varier jamais que dans sa teinte et son intensité, pour produire même le brillant éclat des plus beaux Colibris.

Les pigments variés des plumes ordinaires se comportent simplement vis-à-vis de la lumière comme tous les corps qui reçoivent d'elle leur apparence colorée; mais la pigmentation brune semble jouer un bien autre rôle, quand elle se trouve unie aux milieux diversement modifiés des plumes optiques.

Weinland et quelques autres ont supposé déjà que la coloration de beaucoup de plumes était uniquement due à un phénomène d'interférence;

mais ils n'ont pas cherché à expliquer plus loin la chose. Altum[1], en 1854, publia une longue explication de cette interférence; mais il ne connaissait pas assez bien le détail microscopique des plumes, et se laissa, ce me semble, entraîner trop loin, par une théorie spéciale, dans des considérations, ingénieuses il est vrai, mais souvent inapplicables aux plumes.

Il y a pour moi trois faits à expliquer : le brillant des barbes ordinaires, la coloration des plumes émaillées et les reflets métalliques chatoyants des plumes optiques.

Le développement de la substance corticale multiplie les points de réflexion en développant et distançant les fibres constituantes ; *c'est l'exposition à la lumière sur un plus grand espace d'une série de petits plans colorés, superposés et reflétants.* Le gonflement de la barbe donne, en effet, toujours beaucoup de brillant à une plume ordinaire.

J'expliquerai les colorations bleues et vertes des plumes émaillées par un phénomène analogue à celui, par lequel Dove[2] explique les reflets pour quelques corps : *par le passage de rayons réfléchis au centre de ma plume au travers d'une couche supérieure transparente autrement colorée et aussi reflétante;* par la rencontre dans l'œil de rayons réfléchis de distances différentes, et par des corps différents. Si l'on gratte et enlève, en effet, sur un point ce vernis extérieur, la barbe n'apparaît plus en dessous que brune ou noire. (Voyez Pl. III, fig. 5, une barbe émaillée, vue par-dessus à la lumière incidente.) Les angles sous lesquels les rayons lumineux sont réfractés et réfléchis font varier la teinte, tant que l'émail n'a pas atteint une épaisseur trop grande.

Dans les plumes optiques, les reflets métalliques semblent dus encore à l'addition d'une cause nouvelle. Malgré une certaine ressemblance avec les lignes et dessins dont parle Dove dans ses observations stéréoscopiques, c'est plutôt au phénomène des anneaux colorés que je crois devoir la rapporter.

[1] Ueber die Farben der Vogelfedern im Allgemeinen, über das Schillern insbesondere; von Bernard Altum. *Naumannia*, Jahrgang 1854, p. 293.

[2] Dove. Verhandlungen der Academie zu Berlin, 1855.

C'est une série de petites lignes transverses, tantôt brillantes, tantôt obscures, plus ou moins serrées, correspondant à la segmentation, variée, mais toujours si accentuée, des barbules optiques, ainsi que l'on peut s'en assurer en regardant l'une de ces plumes avec un faible grossissement à la lumière incidente.

Cette segmentation produit, tantôt des cloisons séparatrices incolores, comme chez l'Étourneau par exemple, tantôt, au contraire, de lignes plus foncées et des ondulations transverses, comme chez le Paon et bien d'autres oiseaux. *La teinte du pigment brun, ainsi que la forme et le rapprochement plus ou moins grand des lignes foncées ou claires semblent seules faire varier les effets colorés.* (Voyez Pl. III, fig. 1 et 2, deux parties de plumes optiques de l'Étourneau au printemps, la première vue à la lumière transverse, la seconde à la lumière incidente, et Pl. II, fig. 9, 10 et 11.)

Il est possible encore que la forme générale des barbules et leur arrangement sur les barbes, par rapport les unes aux autres, multiplient aussi, ou additionnent plutôt, ces divers effets lumineux.

Le fait est qu'une barbule optique présente, en général, des formes plus régulières qu'une barbule ordinaire, et que les barbules sont d'utant plus serrées et parallèles que la plume a davantage de reflets; ainsi qu'on peut le voir très-bien sur les belles plumes chatoyantes rouges et jaunes du *Selosphorus Ruber*. (Voyez Pl. III, fig. 9, une partie de barbe et des barbules d'une plume pectorale du *Selosphorus Ruber*.)

Aussitôt qu'une plume présente quelques reflets métalliques, elle possède aussi sûrement tous les caractères des plumes optiques; mais, tant qu'elle ne présentera pas ces reflets, elle rentrera toujours dans l'un des trois autres groupes, fût-elle même très-brillante.

Jamais une plume quelconque ne pourra passer d'une espèce dans une autre, soit devenir optique ou émaillée d'ordinaire, et vice versâ. Certains caractères inaltérables déterminent en elle le degré des modifications qu'elle pourra subir. Elle pourra être *mixte et optique,* ou *mixte et ordinaire,* ou encore *mixte et émaillée.* Le caractère mixte peut s'allier aux trois autres formes principales; mais l'on ne saurait trouver d'autres combinaisons;

l'on ne rencontre pas de plumes à la fois optiques et ordinaires, pas plus que de plumes ordinaires et émaillées.

Ce n'est pas seulement après les divers développements que nous avons décrits que certaines plumes possèdent, ou bien des barbules très-dilatées, ou bien des barbes dégarnies; beaucoup d'oiseaux reçoivent à chaque mue des plumes modifiées sur ces plans, et munies déjà des effets auxquels les autres devront atteindre par des modifications successives.

C'est ainsi que nous voyons des plumes optiques avec des apparences de colorations diverses, sur différentes parties du corps de quelques Passereaux; à la tête de nos *Parus* et à la queue du *Corvus Pica*, par exemple; à la gorge et à la poitrine de la plupart des Colibris; sur plusieurs de nos Gallinacés et sur quelques Palmipèdes, à la poitrine de certains Tétras, sur presque tout le corps du *Phasianus Colchicus* et à la tête et aux ailes de l'*Anas Boschas*.

Nous trouvons des plumes ordinaires dans les parties brillantes de beaucoup de nos Passereaux, comme dans les autres ordres aussi; à la poitrine du *Fringilla Cannabina*, autour du bec du *Fringilla Carduelis*, dans les plumes dorsales d'un brun brillant de plusieurs Echassiers, et sur presque tout le corps du *Phasianus Pictus*. Les longues plumes du carmail de ce dernier nous fournissent même une observation assez intéressante, des intermittences frappantes dans la prépondérance de la barbe sur la barbule, et une preuve évidente du rapprochement des plumes mixtes avec les ordinaires. (Voyez Pl. III, fig. 3, un barbe d'une plume du camail du Faisan.) Toutes les couleurs, sauf le bleu, ai-je dit, peuvent se rencontrer dans des plumes ordinaires.

J'ai donné plus haut des exemples de plumes mixtes, je me bornerai donc à dire, encore ici, qu'elles constituent une grande partie du plumage de nos différents ordres, et qu'elles peuvent former des plumes entières, aussi bien qu'une partie seulement d'une plume d'une autre espèce. Elles peuvent présenter toutes les couleurs possibles, être, par exemple, rouges comme chez le *Pyrrhula Vulgaris*, ou jaunes comme chez l'*Emberiza Citrinella*; mais elles possèdent rarement du brillant, sauf chez quelques

oiseaux aquatiques, comme le Grèbe par exemple, où cet effet semble dû plutôt à une grande transparence des tissus unie à une configuration particulière des barbules allongées et contournées comme dans certains duvets. (Voyez Pl. II, fig. 5, une partie d'une plume de l'*Emberiza Citrinella.*)

Les plumes émaillées bleues se voyent chez toutes les espèces qui ont du bleu sans reflets métalliques: chez le *Parus Cœruleus* en teinte claire, chez l'*Irena Puella* en coloris opaque, et chez l'*Alcedo Ispida* en teintes variables du bleu au vert.

Une grave question se présente encore: y a-t-il, après la mue ruptile, recrue des barbes et des barbules au point de cassure? Martin semble le supposer, Homeyer croit la chose impossible, personne, je crois, n'a jamais fait d'expériences sur ce point.

Je n'aurais certes jamais soulevé même la question, si je n'avais cru remarquer que des barbules et quelquefois des barbes avaient, pour ainsi dire, lancé des jets sous l'influence de l'humidité. Je remarquai, sur les plumes que j'avais exposées à l'humidité, que certaines barbules semblaient s'être allongées un peu; mais comme je ne pus jamais rien obtenir sur une barbule isolée, et qu'en agissant sur une plume entière je n'étais nullement certain de retrouver la même barbule, je n'obtins aucun résultat vraiment mensurable, et dus laisser de côté cette observation comme erronée, ne pouvant la prouver comme les précédentes; je ne la cite même ici que parce qu'elle pourrait fournir peut-être une explication à la crue curieuse que Schlegel[1] raconte avoir vu s'opérer sur les plumes ornementales de deux Canards.

La plume desséchée pourrait-elle peut-être, comme le Rotifer, reprendre une espèce de vie sous l'influence de l'humidité?

Je me borne donc, pour ma part, à l'élargissement évident de certains axes, et je n'admets pas, sans preuves, un allongement passablement hypothétique.

Pour moi, une plume qui a subi la mue ruptile est toujours plus

[1] Verfärbung des Gefieders, von H. Schlegel. *Journal für Ornithologie*, vol. I, 1853, p. 67.

courte qu'auparavant; son changement de forme peut seul quelquefois donner lieu à des apparences trompeuses. La cassure s'effile par le fait du délitement qui s'opère continuellement aux extrémités, et l'on voit alors des barbes ou des barbules plus ou moins pointues; les unes ayant perdu leur épiderme, les autres tout ou partie de leur substance corticale. (Voyez Pl. III, fig. 1 *g* et *h*.) *Cet écorcement qui suit la coloration est un résultat morbide du développement qu'elle a nécessité.* Il ne faudrait donc pas croire, avec Gætke, que ce soit, comme il a voulu l'expliquer, une cause de la coloration nouvelle.

CHAPITRE V

De la décoloration.

Je dois chercher maintenant à expliquer l'extravasion dont j'ai parlé plus haut; et je vais pour cela étudier chez quelques Mouettes un cas analogue amenant à une décoloration totale.

Nous avons vu que, dans quelques cas de coloration, par changement de couleur, le premier pigment dissous était chassé par l'autre plus profond qui le forçait à s'extravaser; mais nous avons vu aussi que dans d'autres cas de coloration, par augmentation d'intensité, le pigment dissous se bornait à se répandre dans les vides préparés par l'humidité tour à tour absorbée et évaporée, et qu'alors nous n'avions d'extravasion qu'après la coloration complète.

Nous pouvons comprendre par là que chaque couleur, comme chaque plume, a sa durée limitée durant la vie de l'oiseau. Une couleur, sans être chassée par une autre, devra cependant ressortir à son tour.

La plume qui a joué son rôle succombe, comme je l'ai dit, aux efforts qu'elle a faits; son tissu se détériore et se délite de plus en plus, et son pigment, une fois complétement dissous, ressort chassé toujours par la graisse nouvelle qui vient se mélanger et s'échanger avec lui. Il faut que cette plume tombe, ou l'oiseau perdra petit à petit ses couleurs.

Si une plume poussée en automne ne tombe pas au printemps, et qu'il n'y ait plus de nouvelle coloration possible en elle, il s'y fera nécessairement une décoloration plus ou moins prompte, et plus ou moins complète.

Si des tissus entièrement remplis par une solution colorée peuvent encore se distendre sous l'influence de l'humidité, il n'y aura pas extravasion avant que tout ce nouveau développement soit rempli aussi par une plus grande solution et une plus forte extension du pigment coloré. Mais il y a au développement cortical une limite plus ou moins réculée, suivant les espèces de plumes. Les plumes optiques qui possèdent le plus de substance corticale présenteront une extravasion plus tardive et moins complète, et les plumes mixtes possédant moins de cette même substance montreront à leur tour une extravasion d'autant plus prompte que leur pigment sera plus répandu.

Le jeune *Larus Ridibundus* possède en été un premier plumage presque entièrement brun, et se trouve cependant presque tout blanc à son premier printemps, sans avoir subi, pour beaucoup de ses plumes, une vraie mue par renouvellement. L'observation du plumage de cet oiseau dans l'arrière-automne nous montre déjà toutes les transitions de l'une à l'autre de ces couleurs ; mais l'examen au microscope de l'une de ses plumes nous explique plus vite encore la cause de cette transformation.

Les barbes et barbules brunes sont encore remplies d'un pigment brun très-répandu ; les barbes et les barbules blanches ne contiennent presque plus de pigment; une poussière brune recouvre à l'extérieur chaque partie de la plume, et d'autant plus qu'elle est davantage en voie de décoloration. (Voyez Pl. III, fig. 10.) Les parties blanches n'ont déjà presque plus de poussière et les brunes n'en ont presque point encore.

Cette décoloration suit une marche contraire à celle de la coloration ; elle s'étend de la base aux extrémités, et du centre à la périphérie, au lieu de cheminer des bords vers le milieu de la plume. (Voyez Pl. III, fig. 11.)

C'est un échange continu, contre une graisse incolore, d'un pigment déjà dissous dont il ne reste plus qu'une faible trace dans les centres, donnant encore quelquefois une légère teinte à la plume.

Un phénomène analogue se passe donc en petit chez la plupart de nos oiseaux; et c'est à lui encore qu'il faut rapporter l'observation de Brehm[1] signalant avoir trouvé chez quelques Sternes une coloration noire cachée sous une poussière blanche extérieure. C'était évidemment l'extravasion d'une coloration première, claire, en même temps que la solution interne d'une couleur latente foncée. Il ne faudrait pas cependant aller confondre ce cas avec la coloration vraiment externe de certains oiseaux dont je parlerai plus loin.

Si l'on met sous le microscope une goutte d'huile entre deux lamelles contenant une plume en voie de décoloration, on voit de suite ce phénomène se produire très-rapidement; une légère chaleur l'active encore, mais le froid le ralentit.

Il nous arrive souvent de rencontrer au printemps de jeunes Mouettes dont la livrée blanche est beaucoup moins avancée que celle d'autres sujets du même âge; ce sont des individus chez lesquels la décoloration, commencée en automne, a été surprise et arrêtée par de grands froids.

Plus une plume, ou une partie de plume, est profonde et abritée, plus elle s'extravase promptement pendant la vie de l'oiseau. La graisse venant du corps produit une décoloration de la base au sommet, quand elle rencontre un pigment déjà dissous ou des tissus déjà remplis, parce qu'il n'y a plus qu'un échange possible; mais cette même graisse, montant également du corps, produit une coloration de la périphérie vers le centre, parce que c'est aux extrémités qu'elle trouve premièrement, et surtout, l'humidité et la lumière qui seules peuvent lui permettre la solution d'un pigment latent.

Cependant, en même temps que l'extravasion se fait dans les parties cachées de la plume de Mouette, il se fait aussi une décoloration vers les extrémités, marchant en sens contraire, et à la rencontre de l'autre. Celle-ci se fait alors par délitement et extravasion provenant de solution continue; ce sont les bouts ruptiles qui se décolorent les premiers.

[1] Verfärbung und Federwechsel der Europäischen Seeschwalben, von Pastor Ludwig Brehm. *Journal für Ornithologie,* vol. II, 1854.

C'est en ce sens, seulement, qu'Altum avait raison quand il disait que les bouts les plus clairs étaient les plus fragiles.

De ces deux décolorations contraires, la seconde l'emporte quelquefois sur la première, et il arrive parfois qu'une plume dans certaines conditions se décolore entièrement, et petit à petit, du sommet à la base.

De même que l'extravasion, la coloration est toujours plus prompte dans les plumes mixtes, à cause d'une réplétion et d'une solution plus rapides.

Les colorations les plus promptes sont donc dues le plus souvent à l'abondance de graisse chez un oiseau, ainsi qu'à des modifications favorables de la température et de l'état hygrométrique de l'air. Outre ces causes premières, elles sont souvent rendues plus frappantes encore par une chute exceptionnellement rapide des bouts ruptiles qui masquaient auparavant des changements opérés déjà dans les parties les plus voisines des influences externes.

Nous avons vu dans quelles conditions l'extravasion s'opérait en temps ordinaire; ne pouvons-nous pas trouver dans les mêmes causes l'explication de certaines décolorations morbides. Ne pouvons-nous pas comprendre par le même mode d'action l'apparition des albinismes lents, généraux ou partiels, sur des plumes qui, d'abord colorées n'ont pas mué, mais dont la coloration est petit à petit ressortie; c'est un cas naturel pour beaucoup d'oiseaux, pourquoi ne pourrait-il pas se présenter accidentellement chez d'autres?

A cause de l'échange continu entre l'intérieur et l'extérieur, les plumes poussées blanches ne pourront jamais présenter qu'une poussière extérieure blanche aussi; tandis que les plumes poussées colorées et devenues blanches montreront, au contraire, à un certain moment, une poussière colorée.

Ce même fait ne pourrait-il pas expliquer aussi un albinisme très-prompt, comme celui que l'on attribue aux grandes émotions. N'ayant pu examiner une seule plume avec la certitude qu'elle soit devenue blanche par un effet si rapide, je ne fais maintenant qu'une simple sup-

position; mais il me semble cependant qu'un grand afflux momentané de graisse comme transpirée, peut-être sous l'influence de la peur, pourrait, ne se rencontrant pas avec une humidité capable de dilater assez vite la substance corticale, ni avec une température et une lumière suffisantes pour faciliter une assez prompte solution, occasionner rapidement une extravasion plus ou moins complète. Ce serait comme une rupture d'équilibre entre les agents internes et les influences externes. L'explication de ce dernier cas n'est, je le répète, qu'une hypothèse pure; mais une hypothèse déduite pourtant de tout ce que j'ai pu observer plus haut.

Dans la barbule mixte, la base carénée se fissure dans l'extravasion, se vide, se décolore et se détruit souvent même, comme nous pouvons le voir sur les plumes du jeune Larus. (Voyez Pl. III, fig. 12, une barbule blanche extravasée du jeune Larus.)

Si nous comparons maintenant l'une de ces dernières plumes devenue blanche avec une plume, blanche aussi, d'un adulte, prise à la même place, mais devant devenir brune ou noire au printemps, nous reconnaîtrons de suite la dernière par son manque de poussière colorée extravasée, par l'état parfait de ses barbules, et surtout par les dépôts de granules pigmentaires latents qu'elle laisse apercevoir depuis la ligne de rupture future, isolés vers sa base, ou groupés par paquets dans ses centres. (Voyez Pl. III, fig. 13, une barbule blanche d'un Larus adulte, devant prendre une coloration foncée.)

Il se fait aussi dans les collections un peu d'extravasion dans la perte des couleurs; mais c'est alors une décoloration occasionnée ou par écaillement produit par l'humidité, ou par compression et expulsion de la graisse colorée par dessèchement. Cette décoloration marche de la périphérie vers le centre, comme celle des bouts ruptiles.

Il faut distinguer cette décoloration de la lente modification des couleurs qui se produit dans nos musées par l'effet d'une saponification des graisses sous l'influence continue de l'air et de la lumière.

Il ne faut pas confondre non plus la poussière colorée extravasée, et bien vite dispersée, avec la coloration vraiment externe que présentent

quelques oiseaux. Plusieurs espèces de différents ordres présentent, en effet, régulièrement ou accidentellement, sur certaines parties de leur corps, le plus souvent sur leurs faces inférieures, des colorations diverses plus ou moins accentuées et plus ou moins résistantes, provenant de frottements contre certains corps végétaux ou minéraux qu'elles affectionnent plus particulièrement.

Cette peinture extérieure a donné lieu quelquefois à l'établissement de fausses espèces, et dépend le plus souvent pour un oiseau du terrain qu'il habite, de la nourriture qu'il prend, ou du genre de vie qu'il mène.

M. Meves[1], dans un mémoire qui a été traduit par Gloger et inséré dans le Journal für Ornithologie, étudie la coloration brune et orangée de la gorge et de la poitrine du Gypaete du Midi. Il décrit cette coloration comme externe, capable d'être enlevée par un lavage acide, et l'attribue à des bains répétés de l'oiseau dans des eaux ferrugineuses.

Eug. von Homeyer[2] a également observé une coloration brune extérieure chez les Grues à leur nichée dans le nord ; et il l'attribue à de la terre marécageuse dont les oiseaux couvriraient leur corps au moyen de leur bec. Meves a encore observé la même chose, et ajoute que cette couleur est perceptible au toucher. Plusieurs canards prennent aussi au ventre une teinte rosée sur les végétaux qui leur servent de couche.

Quelques petits oiseaux tirent également des colorations variées, à la poitrine et au ventre, ou bien des matériaux qui leur servent à construire leurs nids, ou bien, quelquefois, du trou même qu'ils habitent. C'est ainsi que j'ai vu au printemps une Mésange boréale[3] presque entièrement rouge sur les faces inférieures.

Enfin un coloris extérieur, s'attachant spécialement à la gorge, proviendra quelquefois aussi d'un aliment colorant, comme nous le montre

[1] Die röthliche Färbung bei *Gypaetus Barbatus*, von Cons. W. Meves. *Journal für Ornithologie*, vol. X, 1862, Heft 2.

[2] Ueber die Rückenfärbung des brutenden Kranichs, von Eug. von Homeyer. *Journal für Ornithologie*, vol. XII, 1864, Heft 5.

[3] Parus Borealis, par V. Fatio. *Bulletin de la Société Ornithologique suisse*, vol. I, 1re partie.

la couleur de rouille foncée qui couvre souvent la gorge et la poitrine du Casse-noix, lorsqu'il est descendu, pendant les froids, jusque dans les vallées, et qu'il s'est avidement repu des noisettes qu'il passionne.

Conclusions.

Je viens de signaler les principaux agents modificateurs des plumes, ainsi que leur mode d'action. J'ai expliqué comment ces mêmes agents pouvaient produire quelquefois des effets variés dans des conditions différentes. J'ai montré, enfin, comment un certain équilibre était nécessaire entre les influences internes et les conditions externes pour maintenir la coloration de l'espèce dans ses limites typiques.

Je ne veux pas certifier avoir prévu tous les divers cas naturels ou accidentels. Je ne veux pas davantage prétendre avoir soumis à mon étude toutes les différentes plumes que peuvent présenter tous les oiseaux. J'ai laissé à dessein de côté quelques modifications purement ornementales; mais je pense avoir, du moins, étudié et observé les formes principales, les plus ordinaires, et, pour ainsi dire, les plus naturelles. J'ai la ferme conviction que toute forme et tout phénomène nouveaux pourront trouver facilement leur explication sur la voie que j'ai ouverte.

Il reste toujours des lacunes à combler, et personne ne peut espérer jamais dire le dernier mot sur un point quelconque d'une étude aussi vaste que celle de la nature. Cependant, j'ai cherché à approfondir autant que possible chaque question, pour trouver dans l'expérience quelque chose de plus solide qu'une théorie; j'ai cherché, en un mot, à faire à l'hypothèse la part la plus minime.

Je comprends, non plus seulement, la répartition des couleurs plus ou moins éclatantes selon les pays et les climats; mais aussi la formation des races et des variétés locales par des conditions d'hygrométrie, de température, et même de nutrition différentes.

Je me rends facilement compte de toutes les petites variations acciden-

telles; j'en saisis les causes; je sais pourquoi, à telle époque, tel oiseau se trouve plus avancé que tel autre. Je m'explique la grande variabilité dans la couleur; mais, quoique je voie dans cette altération si facile la faiblesse comparée des caractères tirés de la coloration, je trouve cependant une limite aux modifications possibles, dans l'union de certaines couleurs et de certains effets avec certains développements moins variables de forme et de structure.

Genève, 1er février 1866.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE I.

Fig. 1. Une plume naissante du jeune *Turdus Torquatus*, encore en partie dans sa gaîne, supportant à son extrémité la touffe duveteuse paucière qu'elle est venue remplacer (grossie environ cinq fois): *a*, gaîne protectrice; *b*, extrémité de la plume; *c*, petite gaîne du duvet; *d*, barbe duveteuse; *e*, section de barbe plus grossie; *f*, barbule duveteuse.

Fig. 2. Section d'une barbe duveteuse plumaire annelée du *Parus Coeruleus* (grossie environ 90 fois) : *a*, barbe; *b*, barbule; *c*, renflement pigmenté.

Fig. 3. Section d'une barbe duveteuse paucière croisée du jeune *Larus Argentatus* (grossie environ 60 fois) : *a*, barbe ; *b*, barbule qui a pris naissance à droite et se rend à gauche; *c*, barbule croisant de gauche à droite.

Fig. 4. Section d'une barbe duveteuse plumaire de l'*Anas Boschas* (grossie environ 90 fois) : *a*, barbe; *b*, barbule droite uniforme ; *c*, renflement en forme de cœur; *d*, segment à crochets capable de se développer en un renflement semblable à *c*.

Fig. 5. Section d'une barbe duveteuse plumaire tordue du *Tetrao Lagopus* (grossie environ 90 fois) : *a*, barbe ; *b*, point de torsion en spirale de la barbule ; *c*, petit renflement analogue à celui du *Parus*.

Fig. 6. Sections de deux barbes d'une rémige du *Strix Aluco*, vues par-dessus (grossies environ 40 fois) : *a*, barbes; *b*, barbules externes ; *c*, base des barbules internes; *d*, filet extrême des barbules internes; *e*, crochets droits et nombreux disposés régulièrement sur les barbules.

Fig. 7. Barbule optique non dilatée d'un *Sturnus Vulgaris*, en automne (grossie environ 150 fois) : *a*, section de la barbe ; *b*, segment basilaire implanté dans la barbe ; *c*, granules pigmentaires latents ; *d*, crochet d'un segment.

Fig. 8. La même barbule du *Sturnus* dilatée artificiellement, sans solution et par l'humidité seulement (grossie également 150 fois environ) : *a*, section de la barbe ; *b*, segment basilaire un peu modifié ; *c*, pigment interne non dissout ; *d*, matière corticale développée incolore ; *e*, cloison séparatrice ; *f*, crochet latéral diminué par le gonflement.

Fig. 9. Tuyau basilaire d'une petite plume (grossi environ 30 fois) : *a*, tige pénétrée par le carmin ; *b*, axe médullaire ; *c*, barbe ; *d*, barbule ; *e*, reste sous-paucier de la gaîne ; *f*, paroi corticale du tuyau ; *g*, opercule intérieur ; *h*, graisse arrivant à l'extérieur entre la gaîne et le tuyau.

PLANCHE II.

Fig. 1. Partie de barbe d'une plume ordinaire pectorale du *Fringilla Cannabina*, en arrière-automne, et en voie de coloration, vue à la lumière transverse (grossie environ 80 fois) : *a*, barbe ; *b*, bout ruptile et point de cassure ; *c*, barbule sessile très-faiblement segmentée ; *d*, coloration latente ; *e*, coloration apparente ; *f*, segmentation fugitive.

Fig. 2. Une même barbe ordinaire pectorale du *Fringilla Cannabina*, au printemps, vue à la lumière transverse (grossie aussi 80 fois) : *a*, point de cassure et d'appointissement de la barbe ; *b*, barbule sessile ; *c*, fibre de la matière corticale.

Fig. 3. Sections de quelques barbes extrêmes d'une plume optique pectorale de l'Étourneau (*Sturnus Vulgaris*) en voie de coloration et de mue ruptile, vues à la lumière transverse (grossies environ 30 fois) : *a*, barbe ; *b*, bouts rutiles ; *c*, barbule externe comparativement peu développée ; *d*, barbule interne supérieure plus développée ; *e*, points de cassure ; *f*, partie de barbe dépourvue de ses barbules ; *g*, extravasion graisseuse ; *h*, crochets par délitement.

Fig. 4. Section d'une barbe mixte du croupion du *Fringilla Cœlebs*, vue par transparence (grossie environ 80 fois) : *a*, barbe ; *b*, barbule ; *c*, extrémité d'une barbule gonflée par accumulation pigmentaire ; *d*, crochet par délitement ; *e*, segmentation de la barbe ; *f*, noyau pigmentaire ; *g* et *h*, barbules rompues.

Fig. 5. Partie d'une plume mixte de l'*Emberiza Citrinella*, vue, à droite à la lumière incidente, et à gauche à la lumière transverse (grossie environ 40 fois) : *a*, tige ; *b*, barbe vue par incidence ; *c*, barbules internes supérieures ; *d*, barbule externe inférieure ; *e*, segmentation de la tige ; *f* et *g*, barbule et barbe vues par transparence.

Fig. 6. Une plume optique pectorale du *Sturnus Vulgaris*, en automne et avant la mue ruptile : *a*, extrémité blanche sessile ; *b*, reflets développables ; *c*, coloration provenant des renflements du duvet annelé.

Fig. 7. La même plume optique du *Sturnus*, au printemps et après la mue ruptile ; *a*, extrémité appointie par rupture ; *b*, reflets développés ; *c*, partie décolorée par chute des barbules duveteuses.

Fig. 8. Deux barbes ordinaires soudées d'une plume frontale du *Fringilla Carduelis*, vues à la lumière transverse, et une barbe isolée de la même plume vue à la lumière incidente (grossies environ 40 fois) : *a*, barbe vue par incidence ; *b*, deux barbes vues par transparence ; *c*, fibres corticales entrecroisées.

Fig. 9. Une barbule optique, parfaite et au printemps, de la poitrine du *Sturnus Vulgaris*, à la lumière transverse (grossie environ 140 fois) : *a*, section de la barbe ; *b*, segment basilaire de la barbule ; *c*, segment cylindrique ; *d*, fibres corticales ; *e*, cloison séparatrice claire.

Fig. 10. Une barbule optique de l'œil du Paon, vue à la lumière transverse (grossie environ 95 fois) : *a*, section de la barbe ; *b*, segment basilaire ; *c*, cloison foncée ; *d*, segment régulier à crochet.

Fig. 11. Une autre barbule optique de l'œil du Paon, vue aussi par transparence et au même grossissement : *a*, barbe ; *b*, base ; *c*, cloison ; *d*, segment ondulé.

PLANCHE III.

Fig. 1. Barbes et barbules d'une plume optique pectorale du *Sturnus Vulgaris*, au printemps, vues par transparence (grossies environ 80 fois) : *a*, barbes ; *b*, barbule interne supérieure ; *c* et *d*, barbules externes inférieures pas encore complétement développées ; *e*, pigment extravasé en paquet ; *f*, bout effilé d'une barbule encore à colorer ; *g*, bout décoloré ruptile se délitant, *h*, barbule s'appointissant par écorcement ; *i*, segment développé ; *k*, cloison séparatrice.

Fig. 2. Barbe et barbules d'une plume optique pectorale du *Sturnus*, au printemps, vues à la lumière incidente (grossies environ 80 fois) : *a*, barbe ; *b*, barbule interne ; *c*, barbule externe ; *d*, segment, partie brillante ; *e*, cloison, ligne obscure.

Fig. 3. Partie d'une barbe mixte et ordinaire du camail du *Phasianus Pictus*, vue par incidence (grossie environ huit fois) : *a*, barbe dégarnie et dilatée ; *b*, barbe plus mince, munie de barbules ; *c*, barbules noires ; *d*, barbules jaunes.

Fig. 4. Section d'une barbe émaillée de l'*Irena Puella*, vue de profil et à la lumière transverse (grossie environ 60 fois) : *a*, épiderme ; *b*, cellules verticales de l'émail ; *c*, cellules polygonales foncées ; *d*, barbule implantée à la face postérieure.

Fig. 5. Section de la même barbe émaillée de l'*Irena*, vue par-dessus et à la lumière incidente (grossie environ 60 fois) : *a*, points où l'émail a été enlevé ; *b*, barbules sessiles ; *c*, ondulations de l'émail.

Fig. 6. Détail de la barbe émaillée (grossi 300 fois environ) : *a*, cellule polygonale centrale ; *b*, cellule allongée verticale de l'émail ; *c*, cellule irrégulière plate de l'épiderme.

Fig. 7. Coupe verticale d'une barbe émaillée de l'*Irena* (grossie environ 60 fois) : *a*, face inférieure de la barbe ; *b*, émail très-développé à la face supérieure ; *c*, substance corticale centrale ; *d*, barbule implantée dans la partie inférieure.

Fig. 8. Coupe verticale d'une barbe optique du Paon (grossie environ 45 fois) : *a*, barbe ; *b*, accumulation pigmentaire à la face dorsale ou supérieure ; *c*, carène ventrale moins colorée ; *d*, barbule implantée près de la face supérieure.

Fig. 9. Section d'une barbe optique d'une plume pectorale du *Selosphorus Ruber*, vue, à gauche à la lumière transverse, et à droite à la lumière incidente (grossie environ 80 fois) : *a*, barbe ; *b*, barbule vue par transparence ; *c*, courbe terminale de la barbule ; *d*, base d'une barbule tombée ou arrachée ; *e*, barbule vue à la lumière incidente ; *f*, segment brillant ; *g*, cloison obscure.

Fig. 10. Section d'une barbe d'une plume mixte du jeune *Larus Ridibundus*, en voie d'extravasion et vue par transparence (grossie environ 90 fois) : *a*, barbe ; *b*, barbule ; *c*, crochets ; *d*, pigment extravasé en poussière.

Fig. 11. Une plume mixte du jeune *Larus Ridibundus*, en voie de décoloration ; deux flèches indiquant les directions des deux marches contraires : *a*, bouts ruptiles décolorés ; *b*, partie non encore décolorée; *c*, partie centrale en pleine extravasion ; *d*, partie déjà décolorée.

Fig. 12. Une barbule de la tête du jeune *Larus*, devenue blanche par extravasion (grossie environ 280 fois) : *a*, section de la barbe ; *b*, barbule décolorée ; *c*, fissure ; *d*, carène détruite ; *e*, canal dorsal vide.

Fig. 13. Une barbule de la tête d'un *Larus Ridibundus* adulte, qui, blanche aussi, deviendra brune (grossie environ 280 fois) : *a*, barbe ; *b*, barbule : *c*, carène intacte ; *d*, segmentation presque insensible ; *e*, granules pigmentaires latents ; *f*, dépôts centraux du canal dorsal.

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
E3.81

3 9088 00282844 0
nhbird qQL697.F25
Des diverses modifications dans les form